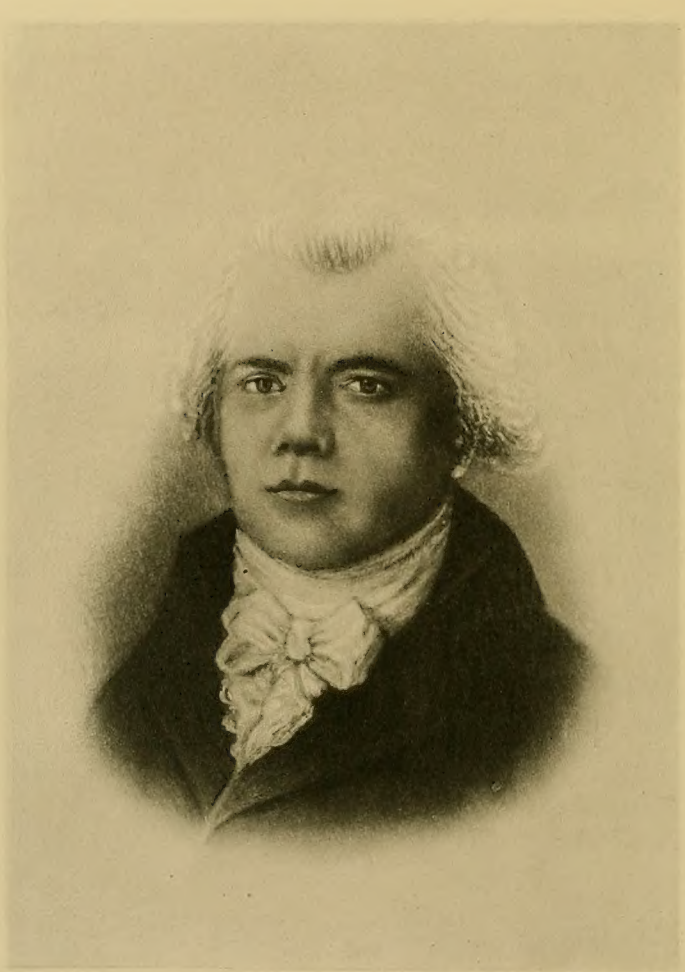
ACTA

SOCIETATIS SCIENTIARUM

FENNICÆ.

TOMUS XXXIX.

HELSINGFORSIÆ.
Ex officina typographica Societatis litterariæ fennicæ.
MCMX.



HELIOGR. A.B. ETILGMANN 1910.

Johan Gadolin

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ
TOM. XXXIX.

JOHAN GADOLIN

1760—1852

IN MEMORIAM.

WISSENSCHAFTLICHE ABHANDLUNGEN

JOHAN GADOLINS

IN AUSWAHL.

IM AUFTRAG DER FINNLÄNDISCHEN SOCIETÄT DER WISSENSCHAFTEN

HERAUSGEGEBEN

VON

EDV. HJELT UND **ROBERT TIGERSTEDT.**

HELSINGFORS 1910.
DRUCKEREI DER FINNISCHEN LITERATURGESELLSCHAFT.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	I
Leben und Wirken	III
Wissenschaftliche Tätigkeit	IX
Vorlesungen	LVI
Aus dem wissenschaftlichen Briefwechsel Johan Gadolins	LXVI
Verzeichnis der wissenschaftlichen Schriften und Abhandlungen Johan Gadolins	XCII
Wissenschaftliche Abhandlungen, in Auswahl	1—283
Zeitgenossen Joh. Gadolins, die in diesem Werke erwähnt sind	284—287

Johan Gadolin.

Einleitung.

Die kleinen Nationen nehmen in der Arbeit für die Entwickelung der Wissenschaft eine bescheidene Stellung ein. Sie empfangen selbstverständlich von den grossen Kulturvölkern an wissenschaftlichen Gütern weit mehr als sie durch eigene Produktion zurückerstatten können. In der allgemeinen Entwicklungsgeschichte der Wissenschaften haben ihre Vertreter der Forschung sich nur selten einen Platz in der Reihe der Führer erworben. Wo sie sich über die Menge erhoben haben, findet man sie an wenigen hervorragenden Plätzen unter denen, deren Namen und Wirken die Geschichte besonders aufgezeichnet hat. Es gibt aber glänzende Ausnahmen, und dies auch in der Geschichte der Chemie. So braucht man sich nur der Namen Scheele, Bergman und Berzelius zu erinnern. Diese Forscher bilden ein strahlendes Trio, das für alle Zeiten Schweden einen Ehrenplatz sowohl in der Geschichte der Chemie als auch in den Annalen der allgemeinen Naturforschung gegeben hat.

Der Mann, Johan Gadolin, dessen wissenschaftliche Tätigkeit hier der Nachwelt vorgeführt wird, war ein Schüler Bergmans, ein Freund Scheeles und stand noch in seiner vollen Manneskraft, als Berzelius seine wissenschaftliche Bahn betrat. Mit dem letztgenannten war er in Bezug auf seine Forscherart auch nahe verwandt. Wenn Gadolin auch nicht mit diesen und anderen von den leitenden Chemikern auf einer Stufe steht, so berechtigen ihn jedoch die Art, der Inhalt und das Resultat seiner Forschung sowie auch sein Teilnehmen an dem wissenschaftlichen Gedankenaustausch in der wichtigsten Neugestaltungszeit der Chemie zu einem bemerkteren Platz in den Annalen dieser Wissenschaft als der, welcher ihm bis jetzt zu Teil geworden ist. In der Zeit zwischen Bergman und Scheele einerseits und Berzelius andererseits, ein Zeitraum von beinahe zwei Jahrzehnten, war Gadolin der hervorragendste unter den Gelehrten des Nordens, die sich der chemischen Forschung gewidmet hatten. Er war es auch, der vor allem, während dieser Zeit, dem Auslande gegenüber die hohen Traditionen, welche

Schweden auf dem Gebiete der Chemie sich erworben hatte, vertrat und aufrechthielt, bis BERZELIUS hier die leitende Stellung übernahm.

JOHAN GADOLIN war jedoch nicht, wie mancher ihn bezeichnet hat, ein Schwede, sondern ein Finnländer. Der grössere Teil aber seines Lebens und der überwiegende Teil seiner wissenschaftlichen Tätigkeit fielen in eine Zeit, wo Schweden und Finnland nicht nur mit starken geistigen Banden vereinigt waren, sondern wo sie auch in politischer Hinsicht zusammengehörten. Unter den finnländischen Gelehrten, die sich der naturwissenschaftlichen Forschung gewidmet haben, nimmt Gadolin eine von den ersten Stellen ein. Er hat das Resultat einer bedeutenden wissenschaftlichen Tätigkeit, das Bild einer hoch begabten, gediegenen Forscherpersönlichkeit und ein ehrenwertes Andenken denjenigen vererbt, die nach ihm in seinem Vaterlande in den Dienst der induktiven Forschung getreten sind.

Da bald 150 Jahre seit seiner Geburt verflossen sind, hat die Finnländische Societät der Wissenschaften die Gelegenheit benutzen wollen, um das Andenken an diesen Forscher neu zu beleben und zu stärken, indem sie von neuem diejenigen seiner Abhandlungen herausgiebt, die von bestehendem Werte gewesen sind und für die Geschichte der Chemie und Physik Interesse besitzen.

Leben und Wirken.

Johan Gadolin gehörte zu einer in der Kulturgeschichte Finnlands hervorragenden Familie. Er wurde den 5 Juni 1760 in Åbo geboren, damals Hauptstadt des Landes und Sitz der finnländischen Universität. Sein Vater, Jakob Gadolin, welcher erst Professor der Physik, später der Theologie und schliesslich Bischof in Åbo war, stand in grosser Achtung wegen seiner naturwissenschaftlichen Gelehrsamkeit, besonders in der Physik und Astronomie. Sein Grossvater mütterlicherseits war der um das Studium der Naturforschung in Finnland hoch verdiente Professor der Physik und Bischof Johan Browallius, ein Zeitgenosse und Freund Linnés. Der Sinn für die naturwissenschaftliche Forschung lag ihm deshalb schon im Blute. Im Jahre 1775 wurde Gadolin als Studierender an der Hochschule seiner Vaterstadt immatrikuliert und widmete sich hauptsächlich matematischen und physikalischen Studien. Jedoch fühlte er sich immer mehr zu der Chemie hingezogen. „Die Chemie schien mir", schreibt er in seinen Lebenserinnerungen, „mehr nach meinem Gemüt zu passen. Ich hörte fleissig die Vorlesungen Professor Gadds und wohnte den praktischen Übungen bei, die er, obgleich selten, im chemischen Laboratorium veranstaltete, und studierte mitunter die chemischen Bücher, die ich erreichen konnte".

Im Jahre 1761 war ein eigener Lehrstuhl der Chemie an der finnländischen Universität gegründet worden, und der erste Inhaber desselben war der obenerwähnte Pehr Adrian Gadd. Sein Interesse umfasste aber in viel höherem Grade die praktische Anwendung der Chemie auf den Ackerbau und die übrigen Gewerbe des Landes als die reine Chemie. Sein Unterricht konnte schon deshalb die Wissbegierde des jungen Adepten nicht befriedigen.

Gadolin brauchte sich nicht weit zu begeben, um einen Lehrer zu finden, der sich für seinen Studienzwecken eignete. Jenseits des Meeres, an der älteren Schwesteruniversität Upsala, wirkte Torbern Bergman als Vertreter der Chemie, dessen Name auch ausserhalb der Grenzen des Vaterlandes den besten Klang hatte. Neunzehn Jahre alt, im Jahre 1779, begab sich Gadolin nach Upsala, wo er bis zum Jahre 1783 blieb und bei seinen chemischen Studien die vortreffliche Leitung Bergmans genoss. Ausser

den chemischen wurden in diesen Jahren die physikalischen Studien seine Hauptbeschäftigung, aber auch die matematischen wurden nicht vernachlässigt. Die Sommer benutzte er zu Reisen in Schweden um seine mineralogischen und metallurgischen Kenntnisse zu erweitern. Während seines Autenthalts in Upsala schloss er Freundschaften mit vielen von den Naturforschern Schwedens, unter diesen auch mit SCHEELE, mit dem er während der kurzen Lebenszeit, die diesem Gelehrten noch übrig war, im wissenschaftlichen Briefwechsel stand. Auf die naturwissenschaftliche Richtung Gadolins haben BERGMAN und SCHEELE einen massgebenden Einfluss ausgeübt. Von seinen Zeitgenossen ist er mit Recht als „der beste Schüler BERGMANS" angesehen worden.

In Upsala veröffentlichte Gadolin im Jahre 1781 als Dissertation unter BERGMANS Praesidium seine erste chemische Untersuchung: „De analysi ferri". Zu diesem Gegenstande kam er später zurück und machte in Bezug auf das Blutlaugensalz und das Verhältnis desselben zu Eisenauflösungen Beobachtungen von grosser Bedeutung. Im Jahre darauf wurde er zum Magister der Philosophie promoviert, nachdem er eine matematische Abhandlung „De problemate catenario" herausgegeben hatte. Während seines letzten Jahres in Upsala begann er seine bedeutenden und für die Wärmelehre wichtigen Untersuchungen über die spezifische Wärme, die er später in Åbo fortsetzte und im Jahre 1784 veröffentlichte.

BERGMAN starb schon im Jahre nachdem Gadolin Upsala verlassen hatte. Dieser meldete sich dann als Bewerber um den freigewordenen Lehrstuhl, aber sein älterer Mitbewerber AFZELIUS wurde zum Professor ernannt. Indessen wurde er im Jahre 1785 zum ausserordentlichen Professor an der Universität Åbo berufen, welcher Lehranstalt er später während seiner ganzen Tätigkeit als Forscher angehörte. Er blieb seinem Vaterlande treu.

Gadolin fühlte sich aber noch nicht für eine umfassende selbständige wissenschaftliche Tätigkeit gerüstet. Ein starkes Bedürfnis trieb ihn deshalb in den grossen Kulturländern seine erworbenen Kenntnisse noch zu vertiefen und daselbst mit hervorragenden ausländischen Gelehrten Bekanntschaft anzuknüpfen. Auf diese Weise wollte er sich auch mit den grossen aktuellen Fragen innerhalb der Chemie vertraut machen. Diesen Plan konnte er im Jahre 1786 ausführen. In diesem Jahre reiste er nämlich über Dänemark nach Deutschland, Holland und England und blieb ungefähr zwei Jahre im Auslande. Er hielt sich hauptsächlich in Lüneburg, Helmstädt, den Harzischen Bergwerken, Göttingen, Amsterdam, London und Dublin auf. Unter den deutschen Gelehrten, zu denen er in Beziehungen trat, muss vor allem LORENZ CRELL hervorgehoben werden, mit dem er mehrere Jahre im literarischen Briefwechsel stand. Diese Korrespondenz, in der er sowohl seine eigenen Erfahrungen auf dem chemischen Gebiete als auch Untersuchungen anderer Forscher und allgemeine chemische Fragen erörtet, ist zum Teil in Crells Annalen veröffentlicht. Während seines Aufenthalts in London führte er Untersuchungen aus, die in einer Abhandlung „Über das Probieren der Eisenerze auf dem nassen Wege" veröffentlicht wurden. In dieser Schrift gab er die erste Anregung zum Einführen der Massanalyse in die Chemie. In Verein mit CRAWFORD führte er eine Reihe Versuche über die spezifische und latente Wärme

des Eises aus. In der Gesellschaft Kirwans, dessen persönlicher Freundschaft und Unterstützung er sich erfreute, machte er einen Ausflug nach Irland, hauptsächlich wegen mineralogischer Zwecke, einen sehr lehrreichen Ausflug, den er in Crells Annalen geschildert hat. Auch mit der chemischen Industrie Englands machte er sich möglichst vertraut. Frankreich besuchte Gadolin nicht, was um so unerklärlicher erscheint, da er mit dem grössten Interesse der Neugestaltung der Chemie folgte, die damals aus dem obenerwähnten Lande ausging. Kurz nach seiner Heimkehr — im Jahre 1788 — gab er eine Abhandlung über die neue chemische Nomenklatur heraus und widmete diese Schrift den Schöpfern dieser Nomenklatur, Lavoisier, Guyton de Morveau, Fourcroy und Berthollet. Durch diese Abhandlung trat er zu ihnen in persönliche Beziehungen und unterhielt späterhin mit ihnen, besonders mit Berthollet und de Morveau, einen wissenschaftlichen Briefwechsel, aus dem einige Auszüge in „Annales de Chimie" veröffentlicht wurden. Der lange Aufenthalt in den grossen Kulturländern und die Berührung mit leitenden Fachgenossen war ohne Zweifel sehr beleherend für den jungen Forscher und von grosser Bedeutung für seine künftige wissenschaftliche Tätigkeit. Crell schrieb ihm (Juli 1788): „Mit Vergnügen ersehe ich, dass Sie Ihr Vaterland glücklich wieder erreicht haben. Mit wie vielen Kenntnissen bereichert muss nicht ein Mann, wie Sie, in dasselbe zurückgekommen sein." Und etwas später äussert er: „Dass Sie die Chemie in Finnland zur Blühe bringen werden, würde mich bei Ihren Talenten und Kenntnissen gar nicht wundern."

Im Jahre 1789 wurde Gadolin zum Adjunkten und kurz darauf zum Professor der Chemie in Anwartschaft ernannt. Gadd war, obgleich er sein Amt behielt, von der Pflicht Vorlesungen zu halten befreit worden, und der chemische Unterricht ging deshalb in die Hände Gadolins über. Nach dem Tode Gadds wurde er im Jahre 1797 als ordentlicher Professor installiert. In seinen Eintrittsvortrag „De hodierna chemia cum antiquore comparata" legte er sein wissenschaftliches Glaubensbekenntnis nieder. Gadolin gab den chemischen Studien an der Universität die nöthige Anregung und kann infolgedessen als der eigentliche Gründer der wissenschaftlichen Chemie an der finnländischen Hochschule betrachtet werden. Besonders muss hervorgehoben werden, dass zu einer Zeit, wo die chemischen Universitäts-Laboratorien überhaupt, sowohl in Deutschland als in Frankreich, dem allgemeinen chemischen Unterricht nicht direct dienten, Gadolin an der entfernten Universität Åbo für die Studierenden praktische Arbeiten und regelmässige Laborationsübungen einführte. Dies bezeugt, welchen grossen Werth seiner Ansicht nach die selbständigen chemischen Versuche der Studenten hatten.

Die hinsichtlich der Forschung fruchtbarste Periode im Leben Gadolins traf zwischen den Jahren 1788 und 1803 ein. Es war gerade dies die Zeit der grossen Umwälzung in der Chemie, die mit dem Sieg der Lavoisier'schen Ansichten über das phlogistische System endigte. Diese Lehre hatte mehr als ein Jahrhundert die chemische Aushauungsweise beherrscht. Gadolin stand nicht, wie viele seiner Zeitgenossen, ausserhalb der Neugestaltungsarbeit, sondern nahm daran Teil sowohl durch seine experimentellen Untersuchungen als durch seine Abhandlungen, die der theoretischen Diskussion und kritischen Behandlung gewidmet waren.

Die meisten seiner eigenen experimentellen Arbeiten waren musterhafte Untersuchungen und teils an und für sich, teils in ihrer Anwendung auf grössere Gruppen von Körpern und Erscheinungen, von grosser Bedeutung für die Wissenschaft. Sein klarer logischer Gedanke, sein systematischer Sinn, seine Fähigkeit im Grossen zu sehen, ohne sich in die experimentellen Details zu verlieren, treten in allen seinen Arbeiten zum Vorschein. Dieses haben auch mehrere seiner Zeitgenossen bezeugt. In einem Brief an WILCKE äussert sich GAHN über eine Abhandlung von Gadolin folgenderweise: „Sie zeigt denselben forschenden und klar legenden Geist wie seine übrigen Arbeiten.“ Die mathematische Bildung und Denkart Gadolins treten in vielen seiner Untersuchungen und Schriften hervor. Recht bezeichnend ist, das sein früherer Lehrer der Mathematik in Upsala, MALLET, als dieser im Jahre 1794 im Begriff war sich pensioniren zu lassen, bei GADOLIN anfragte, ob er nicht geneigt sei, als seinen Nachfolger die Professur für Geometrie in Upsala zu übernehmen.

In seinen theoretischen Abhandlungen über die Verbrennung, die Natur der Säuren und der Salze u. a. sprach GADOLIN anfangs Bedenken aus in Bezug auf einige Punkte des antiphlogistischen Systems, aber seine Überzeugung von den Vorzügen desselben befestigte sich mit der Zeit immer mehr. Schon vor seiner Rückkehr von der grossen ausländischen Reise — im Jahre 1788 — stellte Gadolin in einer Abhandlung über die Natur des Phlogistons eine eigene Theorie für die Verbrennung auf. Es war gerade diese, die den Mittelpunkt in den theoretischen Streitfragen bildete, und Gadolin wollte gewissermassen zwischen der phlogistischen Theorie und der neuen vermitteln, die auf der Kenntnis von der Rolle des Sauerstoffs beim Verbrennen gegründet war. Er nahm bei der Verbrennung eine Vereinigung des brennbaren Körpers mit der Basis des Sauerstoffs an, leugnete aber nicht die Existenz des Phlogistons, welches nach seiner Ansicht, mit der Wärme des Sauerstoffgases verbunden, als Licht zum Vorschein kam. Später hat Gadolin indessen, wie schon erwähnt ist, seine Bedenken gegen eine vollständige Annahme der Lavoisierschen Ansichten fallen lassen. Er war der erste unter den Chemikern der nordischen Ländern, welcher sich den neuen Lehren ganz anschloss.

In einem im Jahre 1798 herausgegebenen Lehrbuche „Einleitung in die Chemie“, dem er bei seinen späteren Vorlesungen folgte, und das sich der „Philosophie chimique“ von FOURCROY nahe anschloss, gab Gadolin eine Zusammenfassung des ganzen Lehrgebiets der Chemie. Es war das erste im antiphlogistischen Sinn herausgegebene Original-Lehrbuch in der schwedischen Sprache und trug ohne Zweifel dazu bei, die Kenntnis von den neuen Bahnen, die die Chemie während der letzten Decennien des Jahrhunderts eingeschlagen hatte, im Norden zu verbreiten.

Eine der Untersuchungen, die Gadolin ausführte, hat auf eine ganz besondere Weise seinen Namen in der Geschichte der Chemie eingeprägt. Er war es nämlich, der im Jahre 1794 bei der Analyse eines schwarzen Minerals von Ytterby in Schweden die neue Erde entdeckte, die von EKEBERG als Yttererde bezeichnet wurde, und die der erste Vertreter der nunmehr zahlreichen s. g. seltenen Erden war. Das Mineral an sich erhielt den Namen Gadolinit. Ungefähr hundert Jahre nach der Entdeckung der

Yttererde fanden Marignac und Lecoq de Boisbaudran in dem Mineral Samarskit ein neues Erdmetall, das zum Andenken an den ersten Endecker auf diesem Gebiete den Namen *Gadolinium* erhielt, und dieser Name hat auch später fortbestanden.

Die eigenen Untersuchungen, die Gadolin nach dem Jahre 1803 ausführte, waren von keiner grösseren Bedeutung. Zur Aufgabe seiner wissenschaftlich literarischen Tätigkeit, die zum überwiegenden Teil in den unter seinem Praesidium herausgegebenen Dissertationen aufbewahrt ist, nahm er eine Darstellung seiner allgemeinen Ansichten in Bezug auf die chemischen Verbindungen, die chemischen Proportionen und die chemische Affinität. Auch diese zeugt von der Selbständigkeit, mit der Gadolin die schwierigsten chemischen Fragen behandelte. Die Ansichten, die er hier zur Geltung brachte, und die wenigstens zum Teil als Vorläufer der Lehren Berzelius' betrachtet werden können, zogen jedoch keine grössere Aufmerksamkeit auf sich. Dies beruht darauf, dass sie den Forschern des Auslandes nicht allgemein zugänglich gemacht wurden — vor allem aber auf dem Umstande, dass gleichzeitig mit ihnen von anderen Forschern Arbeiten und Theorien veröffentlicht wurden, welche besser als die von Gadolin aufgestellten die chemischen Erscheinungen erklärten.

Im Jahre 1822 erhielt Gadolin den Abschied als Professor emeritus, aber er widmete sich noch darnach wissenschaftlicher Tätigkeit. Aus dieser Zeit rührt nämlich seine umfassende systematische Zusammenstellung der Mineralien, „Systema fossilium", her. Diese Arbeit ist indessen von keiner grösseren Bedeutung und das chemische Mineralsystem Gadolins ist in der Mineralogie nie beachtet worden. In diesem Zweige der Naturforschung hat sich dagegen ein Neffe Johan Gadolins, Axel Gadolin (General und Professor an der Artillerieakademie zu St. Petersburg, im Jahre 1828 geboren, 1892 gestorben), einen berühmten Namen erworben.

Die grosse Feuerbrunst, die im Jahre 1827 die Stadt Åbo zerstörte, brach für immer Gadolins wissenschaftliche Tätigkeit ab. Bei dieser Gelegenheit wurden auch die Universitätsgebäude und Sammlungen zum grössten Teil ein Raub der Flammen, und im Jahre darauf wurde die Universität nach Helsingfors übertragen. Noch 25 Jahre lebte Gadolin in grosser Zurückgezogenheit auf seinen Landgütern, von denen eines in dem Kirchspiel Wichtis, ein anderes in dem Kirchspiel Wirmo unweit seiner Vaterstadt gelegen war. Er starb, 92 Jahre alt, am 15 August 1852.

Die wissenschaftlichen Verdienste Gadolins wurde von den zeitgenössischen Gelehrten hoch geschätzt und manche äussere Anerkennung derselben wurde ihm während seines Lebens zu Teil. Er wurde zum Mitglied einer grossen Anzahl wissenschaftlicher Corporationen und Gesellschaften berufen, so der Akademien der Wissenschaften in Stockholm, St. Petersburg und Dublin, der Societäten der Wissenschaften in Göttingen und Upsala, wohin er an Stelle Bergmans gewählt wurde, der Naturforschergesellschaften in Moskau und Marburg u. a. Unerwähnt darf auch nicht werden, dass er im Jahre 1804 von der Universität Göttingen den Ruf erhielt J. F. Gmelin als Professor der Chemie nachzufolgen. Er wollte jedoch nicht sein Vaterland verlassen und lehnte den Antrag ab.

Dass eine Persönlichkeit mit der grossen Begabung und den umfassenden Kenntnissen Gadolins auch für andere Zwecke als die rein wissenschaftlichen in Anspruch genommen werden sollte, ist natürlich. Öffentliche Aufträge verschiedener Art wurden ihm zu Teil in Bezug auf die Neugestaltungsarbeit auf den Verwaltungsgebieten, welche die Trennung Finnlands von Schweden im Jahre 1809 mit sich führte. Eine Darstellung seiner in dieser Hinsicht um das Vaterland erworbenen Verdienste fällt jedoch ausserhalb des Ramens dieser Gedenkschrift, die es vor allem bezweckt, die Aufmerksamkeit auf seine wissenschaftliche Tätigkeit zu richten.

Wissenschaftliche Tätigkeit.

Nachdem das Gesetz der Verteilung der Wärme bei der Mischung von zweien homogenen Körpern verschiedener Temperatur durch die Untersuchungen von Boerhave und Richmann im Jahre 1750 festgestellt worden war [1]), machte die Wärmelehre einige Jahre später durch die Entdeckung der spezifischen und der latenten Wärme der Körper einen neuen und wichtigen Fortschritt. Dank einem glücklichen Zufall wurde der schwedische Physiker Wilcke [2]) im Jahre 1772 dazu veranlasst, das Verhalten bei der Mischung von Schnee und Wasser näher zu erforschen, und fand dabei, „dass Wärme in einer Mischung von Wasser und Schnee nicht, wie in Mischung von Wasser mit Wasser, ohne Verlust verteilt wird und wirksam rückständig bleibt, sondern dass allemal eine gewisse und beständige Grösse davon verloren geht, die zu des Thermometers 72 Gr. gehört.“ Durch weitere Versuche wies er nach, dass die auf diese Weise verloren gegangene Wärme ausschliesslich zum Schmelzen des Schnees verwendet wurde und dass das dabei entstandene eiskalte Wasser genau dem Gesetz von Richmann folgte.

In Bezug auf die theoretische Deutung dieser Erfahrungen bemerkt Wilcke folgendes. Sowohl feste, als flüssige Körper ziehen die Feuermaterie [Wärmematerie] an; diese Materie geht so in die Zwischenräume der Körper, umgiebt die äusseren Flächen der kleinsten Teile und beladet dieselben. Bei dem sogen. Frierungsgrade sind die Wasserteile überall mit einer gewissen Menge solcher Materie umgeben, welche sie von einander sondert und ihre Flüssigkeit noch unterhält. Mehr davon breitet das Wasser in grösseren Raum aus und zeigt sich durch das Steigen des Thermometers; weniger davon verursacht, dass die Wasserteile einander unmittelbar berühren, ihre Oberflächen zusammenhängen und eine dichte Masse ausmachen, die wir Eis nennen. Werden die im Eis zusammengefügten Wasserteile durch mehr Wärme von neuem getrennt, so neh-

[1]) Vgl. Fischer, Gesch. d. Physik, 7. S. 363 folg.

[2]) Wilcke, Kongl. Svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar 1772; cit. nach der deutschen Auflage von Kästner, s. 93.

men ihre entblössten Oberflächen die vorhin verlorene und zu ihrer Flüssigkeit erforderliche Wärme auf, und zwar ohne dass sich dies durch das Thermometer zu erkennen giebt. Aus dem gleichen Gesichtspunkte suchte er auch mehreren anderen Erscheinungen, wie z. B. der bei der Lösung von Salzen im Wasser entstehenden Kälte, eine theoretische Deutung zu geben.

Fünfzehn Jahre vor WILCKE hatte BLACK (1757) in Edinburgh bei seinen Vorlesungen über ähnliche Erfahrungen berichtet, aber denselben keine grössere Öffentlichkeit gegeben. Nach dem Erscheinen der Abhandlung von WILCKE veröffentlichte auch er seine hierhergehörigen, mit den des schwedischen Physikers wesentlich übereinstimmenden Resultate, ohne indessen die ihnen zu Grund liegenden experimentellen Data mitzuteilen [1]). Die von beiden Autoren benutzte Methode stellte eine einfache Mischung, ohne irgend welche Korrektionen, dar. Die beim Übergang des Eises in Wasser absorbierte Wärme wurde von BLACK *latente Wärme* genannt.

Sowohl in Schweden als in England wurde diese Untersuchungen eifrig fortgesetzt. Von KLINGENSTIERNAS Annahme ausgehend, dass die Wärmematerie in den Körpern nicht gleich verteilt ist, „sondern sich häufiger in dichtern Körpern befindet als in lockeren, wenn beide am Thermometer einerlei Grad zeigen", gründet WILCKE auf seine schon erwähnten Erfahrungen eine Methode, um die relative Wärmemenge in allen Körpern zu bestimmen. Diejenige Menge schlackichter Schnee, die nötig ist, um verschiedene Körper von gewissen Wärmegraden zur Eiskälte abzukühlen, würde als Massstab für die im Körper enthaltene Wärme dienen. Hierbei fand er indessen, dass, wie er auch den Versuch anstellte, das aufgelöste Schneewasser so schnell von dem übrigen Schnee aufgesogen wurde, dass es nicht möglich war, die Menge des geschmolzenen Schnees mit gehöriger Genauigkeit zu bestimmen. Er ersann daher eine andere Methode, indem er „eine eiskalte Masse Wasser abwog, so schwer als der Körper selbst, senkte den Körper, der auf einem gewissen Grad erwärmt war, hinein" und bestimmte die Temperatur der Mischung. Dann berechnete er nach RICHMANNS Regel, wie viel gleichwarmes Wasser nötig gewesen wäre, um der Mischung mit dem eiskalten die gleiche Temperatur zu geben, und wieder daraus wie viel Schnee erfordert wird, diese Wärme völlig wegzunehmen. Die also gefundene Quantität stellt das Maass der Wärmemenge beim betreffenden Körper dar, und wird von WILCKE als dessen *spezifische Wärme* bezeichnet.

Durch Versuche mit mancherlei Materien kommt WILCKE dann zu dem Resultat, dass die Menge der Wärme bei ihrer Verteilung in verschiedene Körper und Materien sich im allgemeinen weder nach dem Volumen allein, noch nach der Dichte und eigener Schwere richtet; sondern dass jede Materie, nach ihrer besondern, eignen, aber gewissen und beständigen Anziehung, Gesetze und Proportionen, Feuer und Wärmematerie annimmt, zuruckhält und mitteilt; die Menge hiervon im Vergleich mit anderen Körpern

[1]) BLACK, Roziers Observations sur la physique; 2 année, tome II; cit. nach der deutschen Uebersetzug in CRELLS Neueste Entdeckungen, 9, s. 218.

und besonders dem Wasser lässt sich mit eben dem Rechte und in eben der Bedeutung spezifische Wärme des Körpers nennen, wie sein Gewicht mit dem Gewichte eines anderen Körpers von gleichem Raume spezifische Schwere heisst.

Näher ausgeführt, ist die spezifische Wärme nach Wilckes Auffassung diejenige Wärme, welche der Materie des Körpers selbst als einer Grundmaterie zukommt; sie stellt die Wärmemenge in jedem einzelnen Teilchen eines Körpers im Vergleich mit der Wärmemenge in jedem Teilchen des Wassers dar. Diese Definition, wie auch die verwickelte Methode, die er bei der Berechnung der spezifischen Wärme benutzte, zeigen, dass die Vorstellungen Wilckes vom Begriff der spezifischen Wärme von der späteren Auffassung noch wesentlich abwichen.

In seiner Arbeit teilt Wilcke Angaben über die spezifische Wärme bei zwölf verschiedenen Körpern mit. Da er keine Korrektionen anbrachte, weichen seine Zahlen, wie aus der Tabelle S. XXII ersichtlich, grösstenteils ziemlich viel von den späteren Bestimmungen ab.

Unter den Schlussfolgerungen Wilckes sind noch folgende zu erwähnen. Eine ungleiche Menge der absoluten Wärme verwandelt Eis in Wasser, Wasser in Dämpfe. Hierbei können die Grundteilchen des Wassers selbst immer einerlei Grad und Verhältnis der spezifischen Wärme behalten. Beim Uebergang aus einer Form in die andere, beim Schmelzen des Eises und Gefrieren des Wassers, bei dem Verkochen des Wassers und der Verdichtung der Dünste, kann eine beträchtliche Menge absoluter Wärme auf einmal gebunden bzw. befreit werden. Diese Wärme muss also von der spezifischen Wärme der Körper gehörig unterschieden werden.

Wenn verschiedene Körper aufeinander eine chemische Wirkung ausüben und dabei Wärme binden oder freimachen, so ist dies davon bedingt, dass hier ein neuer Körper entstanden ist, dessen spezifische Wärme grösser oder kleiner ist als die des ursprünglichen. Man muss daher auf alles dieses bei der Generalisierung der Methode wohl Acht geben. [1])

Gleichzeitig widmeten sich in England diesen Forschungen insbesondere Kirwan, Irvine und Crawford. Die Resultate ihrer Untersuchungen wurden im Jahre 1780 von Magellan in einer Schrift zusammengestellt, die, trotz ihrem Mangel an Uebersichtlichkeit und Klarheit, dennoch wegen der darin mitgeteilten neuen Tatsachen als sehr wertvoll bezeichnet werden muss [2]).

Die betreffenden Tatsachen waren allerdings durch Crawfords „Experiments and observations on animal heat“ (London 1779) schon zum Teil veröffentlicht; diese Arbeit scheint aber wenigstens in den skandinavischen Ländern ziemlich selten gewesen zu zein, und die skandinavischen Forscher waren daher nur auf die Kompilation von Magellan angewiesen.

---

[1]) Wilcke, Kongl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar 1781, s. 49, deutsche Übersetzung gedruckt 1784, Bd 2, s. 48.

[2]) de Magellan, Essai sur la nouvelle théorie du feu élémentaire. Londres.

[3]) Vgl. Wilcke, Kongl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar 1781, deutsche Uebers. s. 75 Bergmann Opusc. III, Ed. 2. s. 442; Gadolin, De theoria cal. corp. spec. s. 4, Fussnote. Alle Citate aus Gadolins Schriften beziehen sich auf die vorliegende Sammlung.

Die Definitionen der absoluten und der spezifischen Wärme usw., die MAGELLAN mitteilt, stimmen mit denen von WILCKE vollkommen überein (a. o. O., s. 167).

La chaleur absolue est le feu élémentaire, qui se trouve repandu dans tous les corps physiques.

La chaleur spécifique est la quantité de la chaleur absolue, qui appartient à chaque élément, on particule intégrante d'un corps quelconque dans un certain état.

La chaleur sensible est l'excès (proportional) de la quantité de la chaleur absolue qui s'accumule (par une cause ou circonstance quelconque) sur la quantité de la chaleur spécifique de chaque corps.

Die von MAGELLAN mitgeteilten Bestimmungen der spezifischen Wärme sind von KIRWAN ausgeführt, der die von WILCKE angewendete Methode benutzte, sie aber durch Einführung aller notwendigen Korrektionen, wie für den Einfluss des Gefässes und des Thermometers, für die Temperatur der Athmosphäre, die Wärmestrahlung usw. wesentlich verbessert hatte. KIRWAN bestimmte die spezifische Wärme bei 43 verschiedenen festen, tropfbar flüssigen und gasförmigen Substanzen; von seinen Zahlen sind einige in der Tab. S. XXII aufgenommen.

Die Wärmemenge, die beim Übergang eines Körpers von dem einen Aggregatzustand zu dem anderen notwendig ist, definiert MAGELLAN (a. a. O. S. 172) als „la différence entre la chaleur d'un corps fluide et celle du mème corps dans un état solide" und bekämpft auf das entschiedenste den von BLACK vorgeschlagenen Namen *latente* Wärme.

Auf diesen experimentellen Daten gestützt, entwickelt IRVINE folgende Methode für die Bestimmung der absoluten Menge der spezifischen Wärme bei einem Körper, die zwei verschiedene Aggregatzustände besitzt. Er nimmt von vornherein an, dass die absoluten Wärmemengen sich wie die spezifischen verhalten, und dass die Differenz zwischen der spezifischen Wärme eines und desselben Körpers in festem und flüssigem Zustande gleich seiner latenten Wärme ist. Er bekommt also folgende Gleichungen für die Bestimmung der absoluten Wärme bei Eis und Wasser:

$$x : y = 10 : 9$$

$$x - y = 129{,}6,$$

wo x die absolute Wärme des Wassers, y die des Eises, 10 und 9 ihre bezw. spezifische Wärme und 129,6 die latente Wärme des Wassers in Graden Fahrenheit nach den Bestimmungen von WILCKE bedeuten. Aus diesen Gleichungen findet er, dass das Wasser 1296 und das Eis 1166,6 Graden spezifische Wärme nach der Skala von Fahrenheit enthalten.

Endlich gibt MAGELLAN eine kurze Uebersicht über die obenerwähnte Arbeit von CRAWFORD und die von diesem aufgestellte Theorie der Wärme.

Laut dieser Theorie wird die Grösse der spezifischen Wärme bei einem Körper durch Aufnahme von Phlogiston herabgesetzt und durch Abgabe von Phlogiston vermehrt. In Uebereinstimmung damit fasst CRAWFORD das Phlogiston als eine der Wärmema-

terie entgegengesetzte Materie auf, deren Verbindung mit einem Körper die Wärmematerie davon heraustreibt. Wenn ein Körper in der Luft brennt, wird das Phlogiston von ihm aufgenommen, und von der freigemachten Wärme verbindet sich ein Teil mit dem brennenden Körper, während sich der Rest in der umgebenden Luft verteilt und auf diese Weise eine fühlbare, oft sehr starke Hitze erzeugt. Im allgemeinen entstehen alle Wärmephänomene durch Veränderungen der spezifischen Wärme oder der *Wärmekapazität* (Crawford) der Körper.

Eine Zusammenstellung der vorhandenen Untersuchungen über die spezifische Wärme wurde von Bergman im Jahre 1783 in der 2. Auflage seiner Arbeit „De attractionibus electivis" geliefert [1]). Auch er umfasst Magellans Auffassung von der spezifischen Wärme, wie aus seiner Definition hervorgeht: „Calor, quem quodlibet corpus vi attractionis ita ligat, ut thermometro prodi nequeat, specificus audiat." Die spezifische Wärme bei verschiedenen Körpern ist von einer besonderen Attraction und von den Oberflächen der kleinsten Partikelchen abhängig. Ferner schreibt er der Wärmematerie eine gewisse Schwere zu. Uebrigens stimmen seine Ansichten der Hauptsache nach mit denen von Wilcke und Magellan überein.

Auf diesem Standpunkte befand sich die Lehre von der spezifischen Wärme als Gadolin seine Arbeiten in dieser Richtung mit der im Jahre 1784 erfolgenden Veröffentlichung zweier Arbeiten, der Dissertation „*De theoria caloris corporum specifici*" und der in den Abhandlungen der königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften sowie in Crells Annalen aufgenommenen Untersuchung „*Ueber die unbedingte* [absolute] *Wärme der Körper*" begann.

Seine Auffassung von der spezifischen Wärme geht aus folgenden Definitionen hervor: „Sic differunt inter se caloris quantitates, quas continent corpora heterogenea ejusdem ponderis ejusdemque temperaturae caloris; harum quantitatum rationem caloris specifici nomine designaverunt" (De theoria caloris S. 2, 3), bzw. „verschiedene Körper von einem gegebenen Gewicht nehmen bei der gleichen Temperatur verschieden grosse Wärmemengen auf" (Vers. und Bemerk. über die unbed. Wärme s. 16).

Bei seinen Bestimmungen der spezifischen Wärme geht Gadolin von folgender Ueberlegung aus.

Zwei Körper von den Gewichten A und B, mit der spezifischen Wärme a, b, und den Temperaturen α, β enthalten zusammen eine Wärmemenge

$$Aa\alpha + Bb\beta \cdot \qquad 1)$$

Wenn sie nun untereinander gemischt werden und ihre gemeinsame Temperatur nach der Mischung gleich γ ist, so lässt sich ihre Wärmemenge durch

$$(Aa + Bb)\gamma \qquad 2)$$

darstellen.

---

[1]) Bergman, Opuscula, III. Ed. 2, s. 418.

Die beiden Ausdrücke (1) und (2) beziehen sich aber auf eine und dieselbe Wärmemenge, und wir erhalten daher

$$Aa\,\alpha + Bb\,\beta = (Aa + Bb)\,\gamma,$$

d. h.

$$a : b = B\,(\gamma - \beta) : A\,(\alpha - \gamma).$$

Bei seinen Versuchen beobachtete Gadolin mehrere Vorsichtsmaassregeln, die den Wert seiner Resultate wesentlich erhöhen. So macht er Korrektionen für die Einwirkung des Gefässes und der Wärmestrahlung, lässt dagegen die von MAGELLAN und KIRWAN benutzte Korrektion für das Thermometer fort. An jeder Substanz machte er 6 bis 10 verschiedene Bestimmungen.

Bei der Bestimmung der spezifischen Wärme von pulverförmigen festen Körpern erwärmte Gadolin den betreffenden Körper in einem Gefäss auf die erwünschte Temperatur, fügte dann eine bestimmte Menge Wasser hinzu und beobachtete der Wärmegrad der Mischung. Wenn der Körper aus grösseren zusammenhängenden Stücken bestand, erwärmte er ihn in Wasser auf die erwünschte Temperatur und brachte ihn dann direkt in das für die Bestimmung zu verwendende Wasser. Zur Korrektion wegen der beim Körper adhärierenden Wassermenge wägt er vor dem Versuch den Körper mit der Wassermenge, die sich beim Hinuntertauchen des Körpers in Wasser an ihn anhaftet. Bei solchen tropfbar flüssigen Körpern, welche bei der Mischung mit Wasser eine Wärmeentwicklung oder -absorption verursachen, wird die spezifische Wärme in der Weise bestimmt, dass ein fester Körper, dessen spezifische Wärme schon bekannt ist, in die betreffende Flüssigkeit hineingesenkt wird.

Um die Temperaturgrade möglichst genau zu bestimmen, benutzte Gadolin das Mittel zweier unter einander nicht vollständig korrespondierender Thermometer, welche er die ganze Skala hindurch verglichen hatte.

Die von ihm in dieser Weise bestimmten Werte der spezifischen Wärme bei 36, teils festen, teils flüssigen Körpern teilt Gadolin nebst den von WILCKE und KIRWAN gefundenen in einer Tabelle mit. Vor den anderen gleichzeitigen Bestimmungen zeichnen sich die von GADOLIN ausgeführten durch ihre Genauigkeit sehr vorteilhaft aus (vgl. die Tabelle S. XXII).

Gadolins eigene Untersuchungen so wie verschiedene andere, schon früher bekannte Erscheinungen, wie z. B. die bei der Lösung von Salzen entstehende Temperaturerniedrigung usw., führten ihn zur folgenden Auffassung von der Wärme.

Die gasförmigen Körper haben die grösste spezifische Wärme, die tropfbar flüssigen eine kleinere und die festen Körper die kleinste. Innerhalb eines und desselben Aggregatzustandes ist die spezifische Wärme eines Körpers um so grösser, je kleiner sein spezifisches Gewicht ist. Da die spezifische Wärme eines Körpers von dem inneren Zusammenhang seiner kleinsten Teilchen abhängt, muss sie sich bei jeder Formveränderung dieses Körpers verändern. So hat das Phlogiston bei gasförmigen Körpern die grösste, bei festen die kleinste spezifische Wärme. Also

bedingen Veränderungen der inneren Natur der Körper auch Veränderungen ihrer spezifischen Wärme. Diese Veränderungen finden bei den meisten chemischen Prozessen statt, und man hat gefunden, dass Kälte dabei entsteht, wenn der Zusammenhang der kleinsten Teilchen lockerer, Wärme wenn er fester wird. Diese Erscheinungen beweisen, dass sich eine gewisse Menge latenter Wärme in allen Körpern vorfindet, sowie dass diese bei gasförmigen Körpern am grössten und bei festen am kleinsten ist. Dasselbe ist aber auch mit der spezifischen Wärme der Fall; daher lässt sich schliessen, dass die latente und die spezifische Wärme einer und derselben Art sind.

Gadolin stellt sich also vor, dass die gesammte, am Thermometer nachweisbare Wärme, die bei den Veränderungen des Aggregatzustandes und der äusseren Form der Körper entsteht oder verschwindet, von Veränderungen ihrer spezifischen Wärme herzuleiten ist.

Diese schon von Crawford entwickelte, aber Gadolin bis dahin unbekannt gebliebene Ansicht wich von der von Wilcke, Bergman, Magellan und anderen vertretenen Auffassung ab, dass jeder Körper eine bestimmte und konstante Wärmemenge enthält, welche weder vermehrt noch vermindert werden kann, solange die Beschaffenheit des betreffenden Körpers unverändert bleibt.

Um die Wahl zwischen diesen Hypothesen zu treffen, unterwirft Gadolin die hierher gehörigen Erscheinungen einer näheren Prüfung. Wenn die Ursache des flüssigen und des gasförmigen Aggregatzustandes der Körper in der grösseren Wärmemenge liegen würde, welche sie im letzten Falle enthalten, und wenn der feste Aggregatzustand durch Mangel an Wärme bedingt wäre, so würde die Wärmematerie durch die grösste Verdünnung und elastische Kraft ausgezeichnet sein. Dann kann man aber nicht fassen, wie diese Materie eine festere Form annehmen und in festem Aggregatzustande sich vorfinden könnte, wie es die Bergman-Magellan'sche Hypothese jedenfalls erfordert, da die Wärmematerie gerade dazu geeignet scheint, den Zusammenhang der kleinsten Teilchen der Körper zu zerstören.

In der Annahme, dass „alle Wärme, die sich bei den Körpern äussert, so dass sie bei ihren Vereinigungen oder Absonderungen oder wenn sonst der Körper Beschaffenheit verändert wird, entweder beträchtlich eingesogen und gebunden, oder abgesondert und frei gemacht wird, nur auf jedes Körpers spezifischer Wärme und desselben daher rührender Aenderung beruht", sowie dass die spezifische Wärme bei jeder Temperatur konstant ist, findet Gadolin einen Ausweg, teils die absolute Wärme der Körper, teils den absoluten Nullpunkt zu bestimmen (Über die unbedingte Wärme s. 17, De theoria caloris s. 13). „Ist dieser Satz gegründet, so muss notwendig, bei allen Aenderungen der Wärme, welche ein oder mehrere Körper nur dadurch leiden, dass ihre Beschaffenheit geändert wird, die absolute Menge der freien Wärme vor und nach diesen Veränderungen beständig und ungeändert bleiben." Die Menge dieser absoluten Wärme steht dann in einem direkten Verhältnis zur spezifischen Wärme, Schwere und Temperatur des Körpers.

Wenn A und B das Gewicht zweier verschiedener Körper, a und b ihre spezifische Wärme und α und β ihre Temperatur von 0 °C an gerechnet bezeichnen,

so lässt sich die Menge ihrer absoluten Wärme durch $Aa(z+\alpha)$ bzw. $Bb(z+\beta)$ ausdrücken, wo z die Zahl der Thermometergrade nach Celsius vom absoluten Nullpunkt bis zum Gefrierpunkt des Wassers bezeichnet. Wenn diese Körper durch ihre Mischung eine neue spezifische Wärme c und eine neue Temperatur γ bekommen, so ist nach Gadolins Hypothese

$$Aa(z+\alpha)+Bb(z+\beta)=(A+B)\,c(z+\gamma).$$

In Bezug auf z aufgelöst, gibt diese Gleichung

$$z=\frac{Aa\alpha+Bb\beta-(A+B)\gamma}{(A+B)\,c-Aa-Bb}$$

Um nach dieser Formel den absoluten Nullpunkt zu bestimmen, machte Gadolin einige Versuche (Mischung von Eis von — 1.15 ° bis — 2.5 ° mit Wasser von 51.6 ° bis 73.6 °C) und fand hierbei $z = 800.6$ °C. Dieses Resultat sucht er noch durch Untersuchungen über die Wärmeveränderungen zu bestätigen, die bei der Mischung von Säuren und Salzen mit Wasser entstehen, und findet auch hierdurch die Richtigkeit seiner Annahme bewiesen.

Hierbei bemerkt er indessen selber, dass mit dieser Formel das gleiche Resultat erhalten werden würde, wenn für z statt 800 irgend welche andere grosse Zahl darin eingeführt wird. Die Wärmeentwicklung bei der Mischung von Schwefelsäure und Wasser schien ihm indessen wesentlich mehr beweisend, weshalb er seine Anschauung als von den experimentellen Tatsachen ziemlich gut unterstützt erachtet und im Anschluss daran einige Erscheinungen deutet, die sich anfangs damit nicht vereinigen liessen (De theoria caloris S. 14).

Diese Erstlingsarbeiten von GADOLIN bieten in mehreren Beziehungen ein grosses Interesse dar. Sie bringen nicht allein einige für ihre Zeit sehr genaue experimentelle Bestimmungen, sondern enthalten auch theoretische Anschauungen, die für die Wissenschaft von grosser Bedeutung gewesen sind. So die Lehre von der spezifischen Wärme als äusserste Ursache aller Wärmeerscheinungen. Wie oben erwähnt, hatte allerdings CRAWFORD schon fünf Jahre früher die gleiche Hypothese aufgestellt, Gadolin hatte aber davon keine Kenntnis, denn CRAWFORDS Arbeit war ihm nicht zugänglich und MAGELLANS Buch, das gerade beabsichtigte, die Untersuchungen der englischen Forscher einem grösseren Kreise zugänglich zu machen, giebt keine Andeutung von diesem Hauptpunkte in der CRAWFORDS'schen Anschauung. Dies folgt unmittelbar aus dem, was Gadolin über die Lehre BERGMANS von der spezifischen Wärme sagt: „videtur quidem *D.* CRAWFORD aliam amplexus fuisse opinionem in opere suo supra citato, mihi vero non liquet quibus fundamentis superstruxerit, vel quousque extenderit cogitata." Diese Lehre war während eines Jahrzehntes fast allgemein als richtig angenommen. [1])

Ferner ist die von Gadolin daraus konsequent gezogenen Schlussfolgerungen betreffend den absoluten Nullpunkt sowie die Methode dessen Bestimmung hervorzuheben.

[1]) Vgl. FISCHER, a. a. O., s 528.

Etwa 60 Jahre später fand Person (1847), dass bei gewissen Körpern folgendes Verhältnis zwischen der spezifischen Wärme eines Körpers in festem und flüssigem Zustande und der latenten Wärme stattfand:

$$(z + t)(c - c') = l,$$

wo z die Entfernung des absoluten Nullpunktes vom Gefrierpunkt des Wassers, t die Schmelzpunkt-Temperatur des Körpers, von 0 °C gerechnet, c die spezifische Wärme des Körpers in flüssigem, und c' in festem Zustande, und l die latente Wärme des flüssigen Körpers bezeichnet. Für Wasser reduciert sich die Formel zu

$$z(c - c') = l\ ^{1})$$

Gadolins Formel für die Berechnung des absoluten Nullpunktes ist

$$Aa(z + \alpha) + Bb(z + \beta) = (A + B)c(z + \gamma).$$

Bei einer Mischung von Wasser mit Eis hat sie das folgende Aussehen:

$$Aa(z + \alpha) + Bb(z - \beta) = (A + B)a(z + \gamma),$$

wo a die spezifische Wärme des Wassers und b die des Eises bezeichnet.

Statt des zweiten Membrum der letzten Gleichung kann aber der damit identische Ausdruck:

$$Aa(z + \alpha) + Baz - Bb\beta - Bl$$

gesetzt werden, denn die durch dieses Membrum ausgedrückte Wärmemenge besteht aus der Wärmemenge in A Teilen Wasser von $+\alpha\,^{\circ}$ $[= Aa(z + \alpha)]$ und die Wärmemenge in B Teilen Wasser von $0\,^{\circ}$ $[= Baz]$, minus der Wärmemenge, die nötig ist, um die Temperatur von B Teilen Eis von $-\beta\,^{\circ}$ auf $0\,^{\circ}$ $(= Bb\beta)$ zu erhöhen und diese Eismenge zum Wasser von $0\,^{\circ}$ zu verwandeln $(= Bl)$. Die Gleichung (1) wird also

$$Aa(z + \alpha) + Bb(z - \beta) = Aa(z + \alpha) + Baz - Bb\beta - Bl$$

oder nach ausgeführter Transformation

$$Bbz = Baz - Bl,$$

$$az - bz = l \text{ oder}$$

$$z(a - b) = l,$$

d. h. die Formel von Person.

---

[1]) Person, Ann. de chim. et phys. 3ᵉ série, T. 21.

Durch eine einfache Transformation und ohne irgend welche neuen Annahmen zu machen lässt sich also aus Gadolins Formel die Formel PERSONS herleiten.

Für z hat PERSON den Zahl 160 ° gefunden, die Zahl von Gadolin ist also fünf Mal grösser. Dieser Unterschied beruht darauf, dass Gadolin bei seiner Berechnung die spezifische Wärme des Eises nach KIRWAN gleich 0,9 annimmt. Nach den späteren Bestimmungen ist aber diese Zahl viel zu gross. Nehmen wir aber als Wert der spezifischen Wärme der Eises 0,48 an, so erhalten wir aus Gadolins Bestimmungen $z = 155.24$, welche Zahl nur wenig von der Zahl PERSONS abweicht und zeigt eine wie grosse Genauigkeit Gadolin in seinen Bestimmungen tatsächlich erreichte.

In demselben Jahre, als diese Arbeiten veröffentlicht wurden, erschien im Jahrgang 1780 der Mémoires der französischen Akademie der Wissenschaften die berühmte Abhandlung von LAVOISIER und LAPLACE über die Wärme [1]). Nach einer Erörterung der Hypothesen von der Wärme als eigener Materie und als einer Art von Bewegung stellen die Autoren folgendes für diese beiden Hypothesen gemeinsames allgemeines Prinzip zur Deutung der Wärmeerscheinungen auf: „Toutes les variations de chaleur, soit réelles, soit apparentes, qu'éprouve un système de corps en changeant d'état, se reproduisent dans un ordre inverse, lorsque le système repasse à son premier état". Die spezifische Wärme ist das Verhältnis zwischen den Wärmemengen, die notwendig sind, um bei gleichen Gewichtsmengen verschiedener Körper die Temperatur um einen Grad zu erhöhen. Zur Bestimmung der spezifischen Wärme wird das Eiskalorimeter benutzt, und mit diesem wurde die spezifiche Wärme einer Anzahl Körper bestimmt, unter der Annahme dass die latente Wärme des Eises 60 °R (= 75 °C) beträgt. Diese Zahlen sind in der Tabelle S. XXII eingetragen.

Auf Grund der CRAWFORD'schen Hypothese suchen LAVOISIER und LAPLACE den absoluten Nullpunkt durch die bei der Verbindung zweier Körper entwickelte Wärme zu bestimmen, und gelangen hierbei zur folgenden Formel:

$$x = \frac{60\ g}{m\,(a - c) + n\,(b - c)},$$

wo m und n die Gewichtsmengen der Körper, a, b ihre spezifische Wärme, c die spezifische Wärme der neuen Verbindung, g das Gewicht des beim Versuch geschmolzenen Eises und 60 die latente Wärme des Wassers bezeichnen. Die auf diese Weise erhaltenen Werte für den absoluten Nullpunkt sind folgende:

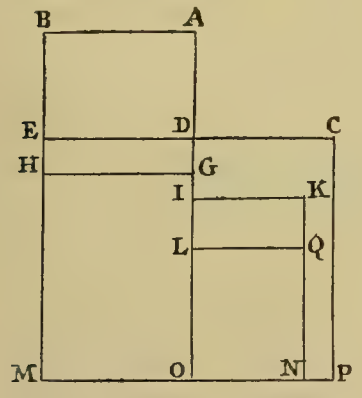
Mischung von ungelöschtem Kalk und Wasser		1537.8 °R
„ „ Schwefelsäure und Wasser 4 : 3		3241.9 °R
„ „ Schwefelsäure und Wasser 4 : 5		1169.1 °R
„ „ salpetriger Säure und ungelöschtem Kalk	—	105945. °R

[1]) Oeuvres de LAVOISIER, T. II, s. 283.

Diese grossen Differenzen lassen sich nach LAVOISIER durch eine Veränderung um höchstens $^1/_{40}$ der spezifischen Wärme der hier in Betracht kommenden Körper abhelfen. Indessen wird diese Lehre in derselben Abhandlung später ganz bestimmt verworfen und statt dessen die Ansicht vertreten, dass die verschiedenen Aggregatzustände und die Wärmeveränderungen der Körper von verschiedenen Gleichgewichtslagen zwischen den kleinsten Teilen und einer inneren Arbeit bei ihnen bedingt sind. In seinen späteren Arbeiten, wie z B. in „Traité élémentaire de chimie", spricht indessen LAVOISIER die Ansicht von Wärme als eigener Materie deutlich aus [1]), weshalb die soeben erwähnte mechanische Theorie wohl ganz und gar LAPLACE zuzuschreiben ist.

Inzwischen setzte GADOLIN seine Untersuchungen auf dem Gebiete der Wärmelehre weiter fort und erzielte dabei neue wichtige Resultate. Auch während seiner langen Reise im Auslande widmete er sich dieser Aufgabe und machte unter anderem im Verein mit CRAWFORD eine Versuchsreihe zur Bestimmung der latenten und spezifischen Wärme des Eises. Die Resultate dieser und anderer Versuche wurden erst im Jahre 1792 in den Acten der königl. Societät der Wissenschaften zu Upsala veröffentlicht.

Nach einer Einleitung, in welcher er über die verschiedenen Wärmetheorien und über die Versuche zur Bestimmung des absoluten Nullpunktes und der absoluten Wärme der Körper berichtet, geht er zu einer näheren Kritik der Wärmeerscheinungen über. Auf grund seiner eigenen Arbeiten und der Arbeiten von LAVOISIER und LAPLACE findet er, dass der nach CRAWFORDS Theorie bestimmte absolute Nullpunkt keineswegs als sicher festgestellt erachtet werden kann, und dass daher auch die betreffende Theorie nicht als genügend fest begründet angesehen werden darf. Die Schmelzung eines auf verschiedenen Graden abgekühlten Körpers und die Abkühlung eines auf verschiedenen Graden erwärmten Körpers schien ihm eine Möglichkeit zu geben, sowohl die zur Schmelzung des Körpers notwendige Wärme als auch den absoluten Nullpunkt zu bestimmen.



Hierbei geht er von folgenden Überlegungen aus (vgl. die Figur). Angenommen dass $MO = OP$ sich zu ON wie die spezifische Wärme eines und desselben Körpers in flüssigem und festem Zustande verhält; dass gleiche Gewichtsmengen von ihnen unter einander gemischt werden, wobei die Temperatur des ersteren A, die des letzteren I sei, und dass die Mischung flüssig wird und die Temperatur D hat; endlich dass derselbe feste Körper von der Temperatur L mit einer gleichgrossen Menge der flüssigen von der Temperatur A gemischt wird und dass G die Temperatur der flüssigen Mischung ist. Im ersten Falle wird die von dem festen Körper absorbierten Wärmemenge durch den Rektangel BD, im zweiten durch den Rektangel BG repräsentiert. Also stellt der Rektangel EG

[1]) Oeuvres de LAVOISIER, 1, s. 19 folg.

den Unterschied zwischen denjenigen Wärmemengen dar, die die festen Körper von den Temperaturen I und L bekommen müssen, um flüssig zu werden und eine Temperatur von D bzw. G zu erreichen. Also ist $2EG$ die Differenz zwischen den Wärmemengen, die die festen Körper nötig haben, damit beide flüssig werden und die Temperatur D erreichen mögen. Da diese gleich derjenigen Wärmemenge ist, welche den Wärmegrad des festen Körpers von der Temperatur L auf I erhöht, so wird der Rektangel $IQ = 2 \times EG$ und wir erhalten

$$ON : OP = 2DG : IL.$$

Endlich ist, da der Theorie nach der Rektangel BD gleich der Figur ICP ist,

$$OI = \frac{OP}{PN}(AD - DI).$$

Die Bedeutung dieses geometrischen Ausdruckes ist folgende. OI bezeichnet die Entfernung von absoluten Nullpunkt zum Schmelzpunkt des Körpers, PN die Differenz zwischen der spezifischen Wärme des Körpers in flüssigem und festem Zustande, der Rektangel $OP \times AD$ ist die Wärmemenge, welche nötig ist, damit der feste Körper bei seinem Schmelzpunkt flüssig werde und eine gewisse Temperatur darüber erreiche, der Rektangel $OP \times DI$ die Wärmemenge, welche, nachdem der Körper flüssig geworden ist, zur Erhöhung seiner Temperatur vom Schmelzpunkt auf die betreffende Gradzahl verwendet wird. Der Ausdruck $OP\ (AD - DI)$ bezeichnet also nicht anderes als die latente Wärme des Körpers, und wir erhalten also, wenn $z + t$ die Zahl Thermometergrade vom absoluten Nullpunkte zum Schmelzpunkt des Körpers, c und c' die spezifische Wärme des Körpers in flüssigem und festem Zustande, sowie l dessen latente Wärme bezeichnen,

$$z + t = \frac{l}{c - c'},$$

$$(z + t)(c - c') = l,$$

was gerade die Formel PERSONS darstellt.

Von diesen allgemeinen Betrachtungen ausgehend, bestimmte Gadolin die latente Wärme des Wassers und die spezifische Wärme des Eises und berechnete daraus den absoluten Nullpunkt.

Die Versuche wurden in einem Zimmer ausgeführt, dessen Temperatur so nahe wie möglich mit der Temperatur des bei den Versuchen angewendeten Schnees übereinstimmte. Das zum Versuch bestimmte Wasser wurde in einem dünnen Gefäss aus Eisenblech gewogen und mittels einer Spirituslampe auf die gewünschte Temperatur erwärmt. Nach stattgefundener Mischung wurde durch Wägung bestimmt, wie viel Wasser bei der Erwärung verloren gegangen und wie viel zurückgeblieben war. Da die Temperatur des Zimmers immer niedriger war als die der Mischung, nahm die Temperatur der letzteren ununterbrochen ab, weshalb GADOLIN nach der Mischung die Tempe-

ratur am Ende der ersten, zweiten u. s. w. bis zur neunten Minute bestimmte, um auf diese Weise Art den Wärmeverlust während jeder einzelnen Minute und die hierdurch notwendige Korrektion festzustellen. Bei den Versuchen wurden zwei Gefässe benutzt, das eine mit einem Inhalt von 40, das andere mit einem von 20 Loth Wasser; bei der Berechnung der Versuche wurde, wie selbstverständlich, die gebührende Korrektion für die Einwirkung der Gefässe eingeführt.

Nach einigen vorbereitenden Versuchen, bei welchen nachgewiesen wurde, dass in Bezug auf die Wärme kein Unterschied zwischen Schnee und Eis stattfand, machte Gadolin nicht weniger als 186 Versuche mit Wasser und Eis, welche er nach der Temperatur des dabei benutzten Schnees in 15 Reihen einteilt. Die Mittelzahlen dieser Reihen sind in der Tabelle S. 43 eingetragen.

Sechzig Jahre später wurden diese Versuche von Ångström durchgerechnet und in vier Reihen geteilt, je nachdem der Schnee zum Wasser oder das Wasser zum Schnee gegossen wurde, bzw. ob das grössere oder kleinere Gefäss benutzt wurde. Seine Resultate sind folgende. Wenn die Mischung geschah

	$t°$ Durchschnitt	$L + ct$	L	Zahl der Versuche
im grossen Gefäss und im Schnee	— 8.54	85.613	81,133	49
„ „ „ „ „ Wasser	— 8.22	85.365	81.058	38
„ kleinen „ „ „ Schnee	— 8.25	85.446	81.224	60
„ „ „ „ „ Wasser	— 7.17	84.825	81.068	39
Mittel			81.119	186

Hier bedeutet t die Temperatur, c die spezifische Wärme des Eises, L die latente Wärme des Wassers.

Eine andere Versuchsreihe wurde am Wachs ausgeführt. Hierbei goss Gadolin geschmolzenes Wachs von einer Temperatur zwischen 70 und 125 Graden in ein Gefäss mit Wasser, wobei mehrere Vorsichtsmassregeln beobachtet wurden, unter anderem dass die Temperatur der Mischung möglichst nahe mit der des Versuchszimmers übereinstimmen sollte. Bei 110 derartigen Versuchen findet er die spezifische Wärme des festen Wachses gleich 0.45, die des geschmolzenen Wachses gleich 0.5318 und dessen latente Wärme gleich 39.290.

Aus diesen Zahlen folgt nach der oben mitgeteilten Formel für den absoluten Nullpunkt, beim Wasser

$$z = -170.6\,°C,$$

und beim Wachs

$$z = -480.3\,°C.$$

Aus diesen wie aus den früher erwähnten Resultaten von Lavoisier und Laplace folgert Gadolin, dass der absolute Nullpunkt nicht auf diesem Wege bestimmt werden könne. Er wollte indessen darüber mit Crawford konferieren und hatte auch während

seines Aufenthaltes in London die Gelegenheit, im Verein mit ihm einige Versuche anzustellen, welche seine eigenen Erfahrungen völlig bestätigten. Durch andere Erfahrungen befestigte sich bei ihm noch mehr die Überzeugung, dass die betreffende Theorie, wenigstens in der von CRAWFORD ihr gegebenen Form, nicht aufrecht erhalten werden konnte. Indessen könnte die Beobachtung CRAWFORDS, dass die spezifische Wärme bei einigen Körpern mit der Temperatur variiert, darauf hindeuten, dass auch die spezifische Wärme aller anderen Körper in einem gewissen Grade variieren kann, obgleich diese Variation bei vielen innerhalb so enger Grenzen stattfindet, dass sie sich nicht nachweisen lässt. Unter der Annahme einer solchen Variation könnte man noch das Wesentlichste in der CRAWFORD'schen Lehre festhalten, nämlich dass keine andere Wärme bei den Körpern vorhanden ist als die, welche sich durch ihre spezifische Wärme offenbart. In diesem Falle würden die absoluten Wärmemengen nicht durch einen von der spezifischen Wärme und der absoluten Gradzahl gebildeten Rektangel ausgedrückt werden, sondern durch die Area einer Kurve, deren Abscisse die absolute Gradzahl und die Ordinaten die entsprechende variable spezifische Wärme bezeichnen würden. Bei Veränderungen der Form und damit auch der spezifischen Wärme des Körpers würde die absolute Wärmemenge durch die Area einer anderen Kurve repräsentiert werden. Gadolin entwickelt diese Hypothese nicht weiter, da er nicht hoffen kann, sie durch direkte Versuche bestätigen oder widerlegen zu können.

Endlich bestimmte Gadolin mittelst eines von ihm konstruierten verbesserten Abkühlungsapparates auch die latente Wärme des Wasserdampfes, [1]) indem er nach dem Vorgange RUMFORDS den Wärmegrad, auf welchen eine gegebene Menge Wasserdampf das zu dessen Kondensation notwendige Wasser erwärmte, beobachtete. Er fand hierbei, dass ein Teil siedeheisse Wasserdämpfe so viel Wärme enthalten, als nötig ist um 5.282 Teile eiskalten Wassers zum Kochen zu bringen.

Anhang

Tabelle über die spezifische Wärme nach Bestimmungen von

Substanz	WILCKE	KIRWAN	GADOLIN	LAVOISIER u. LAPLACE	Spätere Autoren [2])
Wasser	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Ag	0.082	—	—	—	0.056
As	—	—	0.084	—	0.083
Au	0.050	—	—	—	0.032
Bi	0.043	—	—	—	0.031

[1]) GADOLIN, Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar 1791, S. 211.
[2]) Nach BÖRNSTEIN-LANDOLTS Tabellen, Ed. II, abgegrundet.

Substanz	Wilcke	Kirwan	Gadolin	Lavoisier u. Laplace	Spätere Autoren
C	—	—	0.395 [1])	—	0.165—0.239 [2])
Cu	0.114	—	—	—	
„ fusum	—	—	0.099	—	0.090—0.104
„ cusum	—	—	0.097	—	
Fe	0.126	0.125	0.114—0.119	0.110	0.105—0.127
„ chalybs induratus	—	—	0.123	—	0.118
„ „ mollis	—	—	0.120	—	0.117
Hg	—	0.033	—	0.029	0.033
Pb	0.042	0.050	—	—	0.030—0.038
S	—	0.183	—	—	0.163—0.184
Sb	0.063	0.086	—	—	0.049—0.054
Sn	0.060	0.068	—	—	0.055
Zn	0.102	—	—	—	0.092—0.096
NaCl	—	—	0.226	—	0.213—0.219
PbO	—	0.068	0.049	—	0.051
As_2O_3	—	—	0.126	—	0.128
Sb_2O_3	—	0.220	—	—	0.093
Al_2O_3 igni resist.	—	—	0.241	—	—
„ usta	—	—	0.185	—	0.183
Fe_2O_3	—	0.320	—	—	0.157—0.167
SnO_2	—	0.096	—	—	0.089
$CaSO_4$	—	—	0.264	—	0.259
H_2SO_4 (50 Proz)	—	—	0.61	—	0.593
„ konzentriert	—	—	0.34	—	0.331—0.336
Wachs in fester Form	—	—	0.45	—	0.429
„ geschmolzen	—	—	0.532	—	—
Eis	—	0.9	0.524	—	0.502
Lat. Wärme des Wassers	—	—	81.119	75.0	79.06—80.03
„ „ „ Wasserdampfes	—	—	528.2	—	532.0—535.9
„ „ „ Bienenwachses	—	—	39.29	—	42.3

[1]) Pulvis carbonum betulinorum.
[2]) Holzkohle.

Die Entdeckung des Sauerstoffs durch SCHEELE und PRIESTLEY, sowie LAVOISIERS' Erklärung von der Rolle desselben bei der Verbrennung (1774), hatte derjenigen Lehre den ersten harten Schlag gegeben, die während eines Jahrhunderts die Auffassung von den chemischen Erscheinungen beherrscht hatte. Nach dieser von BECHER und STAHL gegründeten Lehre enthalten alle brennbaren Körper einen besonderen Stoff, Phlogiston, welcher bei der Verbrennung abgeschieden wird, entweder indem es freigemacht und von der Luft aufgenommen oder indem es sich mit irgend einem anderen Stoffe verbindet. Die verschiedenartige Natur der Körper würde demnach wesentlich auf dem Vorhandensein des Phlogistons in grösserer oder kleinerer Menge oder auf seinem völligen Fehlen beruhen, und bei beinahe allen chemischen Erscheinungen nahm man es als einen mitwirkenden Faktor an. Nicht nur die Brennbarkeit wurde auf diese Weise auf das Vorhandensein des Phlogistons in dem brennbaren Körper zurückgeführt, sondern man glaubte, dass der Glanz der Metalle und ihre anderen typischen Eigenschaften, die Farbe der Körper u. s. w. durch diesen Stoff bedingt seien. Die Luft, die durch den Verbrennungs- und Atmungsprocess zu der Vermittlung solcher Erscheinungen unfähig geworden ist, betrachtete man als phlogistisiert oder mit Phlogiston gesättigt. Was das Phlogiston eigentlich war, darüber machten sich zwar verschiedene Ansichten geltend. Der Begriff an sich war nicht sehr klar, und doch bezweifelte man nicht die Existenz dieses Stoffes oder dieses Prinzips, bevor LAVOISIER auftrat.

Die Versuche, auf denen LAVOISIER zuerst seine Verbrennungstheorie gründete, zeigten, dass beim Verbrennen der brennbare Körper sich mit dem Sauerstoff verbindet, und dass bei diesem Vorgang eine Gewichtszunahme stattfindet, die dem Gewicht des aufgenommenen Sauerstoffs entspricht. Die Metallkalke entstehen folglich dadurch, dass die Metalle sich mit Sauerstoff verbinden und nicht, wie die ältere Lehre behauptet hatte, durch die Abgabe eines in ihnen vorhandenen brennbaren Bestandteils, des Phlogistons. Die Ansichten LAVOISIERS gewannen aber nicht unmittelbare Anerkennung. Es ist auch ganz natürlich und eine in der Geschichte der Wissenschaften häufige Erscheinung, dass eine alte herkömmliche Anschauungsweise nicht ohne zähen Widerstand einer neuen und natürlichen weicht, sowie auch nicht ohne einen Versuch zu machen das Neue in die alten Formen einzufügen.

Nur einige vereinzelte Verteidiger der alten Lehre versuchten es die Richtigkeit der Grundversuche LAVOISIERS zu bestreiten. Die grosse Mehrzahl aber schloss sich den Auslegungen derselben an, die nicht im völligen Widerspruch mit der Phlogistontheorie standen. Die Gewichtszunahme beim Verbrennen, die schon früher beobachtet aber wenig beachtet war, war zu dieser Zeit kein beweisendes Argument. Die damaligen Naturforscher waren ausserdem über den Begriff der Schwere nicht sehr im klaren, und der Versuch die Gewichtszunahme, z. B. bei der Verkalkung der Metalle, dadurch zu erklären, dass sie auf einem negativen Gewicht bei dem aus dem Metalle abgeschiedenen Phlogiston beruhe (GREN u. a.), war der derzeitigen Auffassung nicht so absurd wie sie es heutzutage zu sein scheint. LAVOISIER trat anfangs auch mit grosser Vorsicht gegen die Lehre STAHLS auf. Er äusserte unter anderem: „Übrigens, ich wiederhole

es, habe ich nicht die Absicht, wenn ich hier die Lehre Stahls angreife, an deren Stelle eine streng bewiesene Theorie zu setzen, sondern nicht weiter als eine Hypothese, die mir geeigneter und den Naturgesetzen mehr entsprechend und die mir weniger gezwungene Erklärungen und weniger Widersprüche in sich zu schliessen scheint.“ Erst nach dem Feststellen der chemischen Zusammensetzung des Wassers — in den Jahren 1783—1784 — brach Lavoisier endgültig mit der Lehre von dem Phlogiston, welche er nun als „einen verderblichen Irrtum in der Chemie“ bezeichnete. Die Abhandlung, in welcher Lavoisier seine antiphlogistische Lehre völlig ausgebildet abfasste, erschien im Jahre 1786. In dieser Schrift stellte er folgende Hauptpunkte auf: Die Verbrennung besteht nicht in einem Abscheiden des Phlogistons sondern in einer Verbindung mit Sauerstoff; das Sauerstoffgas besteht aus einem wägbaren Substrat, von den Licht- und Wärmestoffen in Gasform aufgelöst; die Addition des wägbaren Substrats im Sauerstoffgas zu brennbaren Körpern hat die Gewichtszunahme zur Folge, die sich dabei zeigt. Die Befreiung der im Sauerstoffgas gebundenen Licht- und Wärmestoffe ist die Ursache der mit der Verbrennung verbundenen Feuererscheinungen; die Metalle, der Schwefel, der Phosphor, die Kohle u. s. w. sind unzerteilbare Körper.

Erst nach dem obengenannten Jahre fingen die Lehren Lavoisiers an festen Fuss zu fassen, sowohl in seinem Vaterlande, Frankreich, wie auch in anderen Ländern. Fourcroy, einer der Mitarbeiter Lavoisiers an der Schöpfung der neuen Nomenklatur, hatte noch in der zweiten Auflage seines berühmten Lehrbuches, das in Jahre 1786 erschien, in der Darstellung und Erläuterung der chemischen Erscheinungen völlig die phlogistische Anschauungsweise angewendet. Erst in der darauffolgenden Auflage (1789) ist das chemische Lehrgebäude auf den neuen Ansichten gegründet. Mit Morveau war das Verhältnis ein ähnliches. Er schloss sich nämlich der antiplogistischen Theorie endgültig an, erst nachdem er im Jahre 1787 zu Lavoisier in persönliche Beziehungen getreten war. Es ist deshalb auch natürlich, dass die Forscher anderer Länder, wie diejenigen Englands, Deutschlands und des Nordens, noch eine Zeit lang in den herkömmlichen Lehren befangen sein sollten. Einige versuchten es noch die alte Theorie zu beleben, indem sie das Phlogiston mit der brennbaren Luft (Kirwan) oder mit dem brennbaren Prinzip des Kohlenstoffs (Karsten, Gren, Crell) identifizierten. Andere dagegen versuchten sich auf einen Standpunkt zu stellen, der zwischen dem Alten und Neuen vermittelte. Zu diesen gehörte auch Gadolin.

Die chemische Anschauungsweise Gadolins hatte sich unter dem Einfluss Bergmans und Scheeles herausgebildet und war infolgedessen ganz auf den Lehren vom Phlogiston gegründet. Auf seiner ausländischen Reise war er ausserdem mit zwei von den eifrigsten Verteidigern derselben in nahe Beziehung getreten — nämlich mit Kirwan und L. Crell. Es ist ganz natürlich, dass die Stellung Gadolins zu den grossen Streitfragen dieser Zeit hiervon beeinflusst werden musste, während andererseits seine streng induktive Forscherbegabung und seine Selbständigkeit es ihm ermöglichten, sich allmälich die neuen, auf völlig empirischen Wegen ruhenden Lehren anzueignen.

Im Jahre 1788 trat GADOLIN mit einer Abhandlung über die Natur des Phlogistons auf [1]), die er während seines Aufenthalts in England ausgearbeitet hatte. Er geht von der hypothetischen Annahme aus, dass dieser Stoff in allen brennbaren Körpern vorhanden sei und sucht es auseinanderzusetzen, welchen Begriff man davon fassen müsse und was daraus werde, wenn der brennbare Körper brennt. Er betrachtet es als eine festgestellte Tatsache, dass das Brennen nur dann vor sich geht, wenn die Lebensluft freien Zutritt hat, und dass während des Brennens die Basis der Lebensluft sich mit gewissen Teilen des brennbaren Körpers verbindet, und das Feuer — das heisst Wärme und Licht — abgeschieden wird. Als Endprodukte dieses Vorgangs erhält man: 1) diejenigen Teile des Körpers, die keine Verbindung mit der Lebensluft eingegangen sind, 2) diejenigen Teile, die damit vereinigt sind, und 3) das entstandene Feuer oder die Verbindung des Lichts und der Wärme. In welchen von diesen ist das Phlogiston nach dem Verbrennen vorhanden?

In dem ersten Produkt kann es nicht vorhanden sein, denn da ein Körper nur in dem Falle brennbar ist, wenn er die Basis der Lebensluft von der Wärme abzuscheiden im Stande ist, so muss derjenige Teil des brennbaren Körpers, der dieses Vermögen nicht besitzt, während der Verbrennung untätig sein, und kann also auch nicht das Phlogiston, die Ursache der Brennbarkeit, enthalten. Ausserdem findet sich ein solcher untätiger Rückstand nur in einigen Fällen.

Unwahrscheinlich, ja sogar ungereimt findet Gadolin die Annahme, dass das Phlogiston in dem Produkt aufginge, das bei gänzlichem Verbrennen durch die Verbindung des Körpers mit der Basis der Lebensluft entstanden sei. Wenn dies der Fall wäre, so müsste das Phlogiston als ein Teil des brennbaren Körpers mit einer so starken Affinität zu der Basis der Lebensluft begabt sein, dass es sich damit verbinden und die Hitze der Luft abscheiden könnte. Es müsste folglich in dem brennbaren Körper vor dem Verbrennen in einem freien Zustande vorkommen, nach demselben aber an der Basis der Lebensluft gebunden. Die verschiedenen Produkte, Säuren, Metallkalke oder reines Wasser, die bei dem Verbrennen verschiedener Körper entstehen, würden nach dieser Annahme alle die Basis der Lebensluft mit Phlogiston verbunden enthalten. Zu einer solchen Hypothese liegt kein Grund vor und sie gibt der Erscheinung keine Erklärung. Gadolin hebt dagegen hervor, dass die Theorie LAVOISIERS viel einfacher und besser die Verbrennung erkläre als die obenerwähnte Hypothese.

Es bleibt dann nach ihm nur die dritte Möglichkeit übrig, dass das Phlogiston während des Brennens abweicht und einen Bestandteil des Feuers ausmacht. Das Feuer aber besteht, so viel wir es gewahr werden können, nur aus zwei Teilen, der Wärme und dem Licht. Diese beiden betrachtet Gadolin als Materien ohne damit gewisse materielle Eigenschaften, wie z. B. die Schwere, verbinden zu wollen. In ihren Eigenschaften und Wirkungen sind indessen diese Materien seiner Ansicht nach so gänzlich von einander verschieden, dass niemand bezweifeln kann, dass sie zwei ganz verschiedene

[1]) Einige Bemerkungen über die Natur des Phlogistons. Crells chem. Annal. 1788 I. S. 1—17.

Dinge sind. In einem von ihnen muss das Phlogiston vorhanden sein. Durch die Versuche Crawfords ist es deutlich klar gemacht, dass die ganze Menge der hervorgebrachten Wärme aus der Luft abgeschieden ist. Und schliesslich — weil das Phlogiston in keinem anderen von den bei einer Verbrennung hervorgebrachten Körpern als gegenwärtig betrachtet werden kann, so muss man schliessen, dass es sich im Lichte befindet.

Die Ansicht, dass das Phlogiston einen Bestandteil nicht nur des Feuers sondern auch des Lichts ausmache, hatte früher Macquer und Scheele ausgesprochen, aber in einer sehr unklaren und unsicheren Form. Gadolin, der sich der Ansicht Scheeles am nächsten anschliesst, findet dass das Phlogiston und die Wärme beinahe immer mit einander in Verbindung sind, aber in unendlich wechselnden Verhältnissen. „Wenn die Wärme mit Phlogiston übersättigt ist, so wird" — sagt er — „das Licht dargestellt; nimmt die Proportion der Wärme zu, so entsteht die strahlende Hitze des Herrn Scheele; und wenn das Phlogiston nur in einer unmerklichen, oder in gar keiner Menge vorhanden ist, so zeichnet sich die Wärme aus durch ihr progressives und langsames Bestreben von einem Körper zu dem andern sich zu bewegen, um ins Gleichgewicht zu kommen".

Eine auffallende Ähnlichkeit zwischen dem Phlogiston und dem Lichte findet Gadolin in dem Umstande, dass die Wirkung der Sonnenstrahlen auf dephlogistisierte Salzsäure (Chlor) gänzlich dieselbe ist, wie die des Phlogistons. Sie stellen die Salzsäure wieder her und scheiden die Lebensluft ab. Wenn man also das Vorhandensein des Phlogistons in der Salzsäure anerkennen wollte, so müsste man auch seine Gegenwart in den Lichtstrahlen annehmen. Das Phlogiston hat eine grössere Verwandtschaft zu der Basis der Salzsäure als die Lebensluft zu derselben Basis, und deshalb treibt es diese aus der dephlogistisierten Säure aus. Die Einwendung Lavoisiers gegen die Auffassung Macquers, dass, wenn die Sonnenstrahlen reines Phlogiston wären, auch die Lebensluft, denselben ausgesetzt, phlogistisiert werden müsste, was jedoch nicht geschieht, beantwortet Gadolin, indem er hervorhebt, dass die Erfahrung gezeigt habe, dass blosses Phlogiston nicht im Stande sei die Lebensluft zu zersetzen, oder sich damit zu verbinden. Bei der Verbrennung trage es zu der Zersetzung nur kraft seiner Anziehung zu der Wärme der Lebensluft bei. Diese Anziehung sei aber sehr schwach und da ausserdem das Phlogiston in den Lichtstrahlen schon wahrscheinlich mit Wärme verbunden sei, könne es an sich die Luft nicht zersetzen (phlogistisieren). „Mit einem Worte" — sagt er — „alle Phänomene scheinen darin übereinzustimmen, dass das Phlogiston, wenn es so was giebt, nichts anders, als die Materie des Lichts in einem gebundenen Zustande sein kann."

Hinsichtlich der Frage über die wirkliche Existenz des Phlogistons, scheint ihm diese höchst wahrscheinlich zu sein, wenn auch nicht völlig bewiesen. Die Lichtstrahlen gehen unverändert durch die Luft, wenn sie aber einen undurchsichtigen Körper treffen, so werden sie teils zersetzt, teils absorbiert. Wenn nun ein Körper die Lichtstrahlen absorbiert, so müssen diese in einem gebundenen Zustande daselbst befindlich sein. Einige Körper sind sogar im Stande mehr Lichtmaterie zu absorbieren als

sie behalten können und geben deshalb dieselbe wieder ab, wenn sie vom Lichte entfernt werden, z. B. die phosphorescierenden Körper. Die Lichtentwicklung bei der Entstehung der Elektricität durch Reibung zeigt es auch, dass die Lichtmaterie in einem verlarvten Zustande in den Körpern vorhanden ist. Infolgedessen wird die bei der Verbrennung entwickelte Lichtmaterie aus dem brennbaren Körper abgeschieden und der Ansicht Gadolins nach sind diese Lichtmaterie und das Phlogiston ein und derselbe Stoff.

Nach der Theorie Gadolins ist das Verbrennen eine doppelte Zersetzung. Die brennbare Materie besteht aus einer Basis mit Phlogiston, die Lebensluft aus ihrer Basis mit Wärme verbunden. Wenn diese vier Körper einander so anziehen, dass das Phlogiston sich mit der Wärme und die Basis des brennbaren Körpers sich mit der Basis der Lebensluft verbinden können, so entsteht der Vorgang, den man Verbrennung nennt. Wenn Phlogiston in einem Übermass vorhanden ist, wie bei den pyrophoren Körpern, so kann Entzündung durch blosse Berührung mit Luft eintreten. Meistens ist aber noch Wärme nötig, um die Zersetzung zu stande zu bringen. Der Zusammenhang des brennbaren Körpers wird durch die Wärme verringert, und die Luft erhält zu allen Teilen freien Zutritt. Die Wirkung des elektrischen Funkens, der nach Gadolin hauptsächlich aus dem Phlogiston besteht, auf eine Mischung von brennbarer und Lebensluft (Wasserstoff und Sauerstoff) wird auf dieselbe Weise erklärt. Das Phlogiston attrahiert die Wärme aus der Lebensluft und seine Basis verbindet sich mit der Basis der brennbaren Luft zum Wasser.

Gadolin schliesst seine Abhandlung, indem er darauf hinweist, dass er folglich dem alten Phlogiston treu sei, und dass er dieses als ein Element betrachte, das keine merkbare Schwere besitze und den wichtigsten Bestandteil im Lichte ausmache. Nach seiner Ansicht nehmen die Kalke Phlogiston aus dem Glühfeuer zu sich und sondern zu gleicher Zeit ihre Lebensluft ab. Die brennbare Luft, die während der Auflösung der Metalle in Säuren fortgeht, hat ihr Phlogiston von dem Metalle, aber gleichzeitig geht eine Zersetzung des Wassers vor sich. Die Basis der brennbaren Luft, die einen Bestandteil des Wassers ausmacht, verbindet sich mit dem Phlogiston des Metalls. Auf der anderen Seite verbindet sich auch der zweite Bestandteil des Wassers, die Basis der Lebensluft, so wie die Basis des Metalls und die Säure mit einander zu einem ternären Körper.

CRELL [1]) äusserte sich über diese Theorie GADOLINS folgenderweise: „Ihre Art zu entwickeln was das Phlogiston sey, indem Sie untersuchen, wo es bleibt, wenn es brennt, ist sehr philosophisch und natürlich. Dass Phlogiston, mit Wärme übersättigt, das Licht bilde, würde ich eben nicht unwarscheinlich finden, wenn mir nicht die unermessliche Feinheit des Lichtes, das alle Körper durchstreicht, im Wege stünde. Übrigens verdient Ihr System alle Aufmerksamkeit, die es gewiss auch von allen Liebhabern der Chemie erhalten wird. Ich bin voller Erwartung der weiteren Beweise für

[1]) Brief an GADOLIN vom 1 Sept. 1787.

die Sätze, die Sie mit so vielen Scharfsinn aufgestellt haben. Nach Ihrer Meynung wäre also brennbare Luft nicht nur luftförmiges Phlogiston — —."

In einem im selben Jahre veröffentlichten Brief an CRELL [1]) führt Gadolin seine Theorie weiter aus, und er hebt in diesem besonders hervor, dass er die Ansicht nicht billige, dass das Phlogiston dasselbe wie brennbare Luft sei — „so hoch ich auch den Erfinder und Verteidiger dieser Hypothese schätze (KIRWAN) und so sehr ich ehemals geneigt war dieser Meinung beizutreten". Seine Theorie beruhe, sagt er, auf zwei Sätzen: 1) dass das Licht eine Materie ist, und 2) dass die beim Verbrennen befreite Lichtmaterie von den brennbaren Körpern herrührt. Jener wird auch von den Gegnern des Phlogistons gebilligt, diesen bestreiten sie, indem sie betonen, dass das Licht von der Feuersluft herstamme. Dagegen spricht indessen u. a. der Umstand, dass Schiesspulver sich im luftleeren Raume anzünden kann. Das Licht, das dabei entsteht, kann unmöglich vom Salpeter kommen, was nicht einmal die Antiphlogistiker annehmen, sondern muss in den brennbaren Bestandteilen des Pulvers (Kohle und Schwefel) vorhanden sein. Um seine Theorie zu stützen, bringt Gadolin die Bildung der Salpetersäure zur Sprache und betont, dass bei derselben der elektrische Funke eine Mischung von Lebensluft und phlogistisierter Luft (Stickstoff) durchschlage, und dass das Phlogiston des Funkens Wärme zu sich ziehe und dadurch den Luftarten die Freiheit gebe sich mit einander zu verbinden.

Wie aus dem oben gesagten hervorgeht, stellte sich Gadolin wesentlich auf den Standpunkt der LAVOISIER'schen Anschauungsweise. [2]) obgleich er die Vorstellungen und Ausdrücke der phlogistischen Lehre teilweise behielt. Diese Theorie der Verbrennung, eine Modifikation der LAVOISIER'schen, fand in der Tat Anklang und wurde von einer grossen Anzahl Chemiker angenommen, obgleich der Name Phlogiston bald ausgemustert und mit der Benennung Lichtmaterie ersetzt wurde. Fünf Jahre später — im Jahre 1793 — stellte der berühmte JEREM. BENJ. RICHTER eine Theorie auf, die mit der vermittelnden Lehre Gadolins beinahe identisch war, und von welcher TROMSDORFF im Jahre 1795 äusserte: „Eigentlich herrschen ja jetzt nur zwei Systeme, das reine Lavoisiersche und das Richtersche, und alle anderen sind als Modifikationen dieser beiden anzusehen" [3]). Im Jahre 1798 — Gadolin war damals schon ein entschiedener Antiphlogister — gibt er seiner Theorie folgenden Ausdruck [4]): „Wenn man also annimmt, dass die Feuersluft aus Sauerstoff in Wärme aufgelöst besteht, und dass die brennbaren Körper immer in ihrer Zusammensetzung Lichtstoff (lyse) enthalten, so muss ihre Verbrennung durch eine doppelte Zersetzung entstehen, indem der Sauerstoff von der Luft abgesondert und mit dem Grundstoff des brennbaren Körpers sich verbindet, wäh-

---

[1]) Crells chem. Annal. 1788 I. S. 416.

[2]) Es kann hier hervorgehoben werden, dass für LAVOISIER das Sauerstoffgas nicht ganz dasselbe war, was wir damit verstehen, sondern der Körper war, nach seinem eigenen Ausdruck, „principe oxygène + calorique".

[3]) KAHLBAUM, Monographien I s. 102.

[4]) Inledning till chemien. S. 18.

rend der Lichtstoff abgeschieden wird und sich in dem leuchtenden Feuer unseren Sinnen zeigt" In dieser Form wurde der Theorie auch von BERZELIUS beigetreten, was u. a. aus folgenden Worten hervorgeht: [1]) „Jeder brennbare Körper enthält ausser seinem wägbaren Grundstoff auch Lichtstoff, welcher bei seiner Verbrennung in Verbindung mit der Wärme des Sauerstoffgases fortgeht und das Phänomen Feuer darstellt."

Während der Zeit, die auf das erste Auftreten Gadolins in den theoretischen chemischen Streitfragen folgte, veröffentlichte er mehrere Abhandlungen In diesen wurden Fragen diskutiert, welche die grosse Neugestaltung der Chemie berührten und aus denen die Entwicklung seiner theoretischen Ansichten hervorgeht.

Schon im Jahre 1788 gab er als akademische Dissertation eine Abhandlung über die neue chemische Nomenklatur heraus [2]). Er widmete sie den Schöpfern dieser Nomenklatur, GUYTON DE MORVEAU, LAVOISIER, BERTHOLLET und FOURCROY, denen er hier seine grösste Achtung und Bewunderung aussprach. Die Anmerkungen, die Gadolin machte, galten weniger die Namen als die zu Grunde dafür liegenden Ansichten über die chemischen Erscheinungen. Nach diesem System werden die nicht zerlegten Körper in fünf Klassen geteilt. Die erste umfasst die einfachen Stoffe, die, ohne unter sich eine grössere Ähnlichkeit zu zeigen, doch dasjenige gemeinsam haben, dass sie sich von anderen durch ihre Einfachheit („simplicité") kennzeichnen, die jede weitere Zersetzung unmöglich und gleichzeitig sie in Verbindungen mit anderen Körpern tätig macht. Hierher gehören die Licht- und Wärmematerien, der Sauerstoff und Wasserstoff (Oxygenium und Hydrogenium). Zu der zweiten Klasse gehören die Radikale aller Säuren. Die dritte umfasst die metallischen Körper; die Erdarten nehmen die vierte und die Alkalien die fünfte Klasse ein.

Die hauptsächliche Anmerkung Gadolins gilt die zweite von den obengenannten Klassen. Sie gründet sich auf der Annahme, dass alle Säuren von zwei Teilen zusammengesetzt seien, von denen einer allen gemeinsam wäre, nähmlich die Basis der Lebensluft. Diesem Teile wurde deshalb der Name Oxygenium gegeben, der zweite Teil ist dagegen bei verschiedenen Säuren verschieden.

Als Stütze dieser Annahme war hervorgehoben worden, dass in den vier bekanntesten Säuren, der Salpetersäure, der Kohlensäure, der Schwefelsäure und der Phosphorsäure, die Radikale tatsächlich mit dem Sauerstoff verbunden seien und dass sie durch diese Verbindung saure Eigenschaften erhalten. Nach Gadolin gibt es aber keinen Grund die Ursache der sauren Natur notwendig in dem Sauerstoff zu suchen, da der Sauerstoff auch auf die Weise wirken kann, dass er die Bande auflöst, mit denen die übrigen Teile des Körpers, die schon früher eine Säurenatur besitzen, verbunden sind. Wenn man aber anerkennen wollte, dass diese Säuren dem Sauerstoff ihren sauren Charakter verdankt, so wäre sein Gegenwart in anderen Säuren gar nicht bewiesen. In

[1]) BERZELIUS, Lärobok i chemien. Ed. 1. I. S. 97.
[2]) Animadversiones in novam nomenclaturae chemicae methodum. Åbo 1788.

der Salzsäure und Flussäure hat man z. B. keine Spur davon entdecken können. Eine derartige Annahme kann nicht der Grund einer Klassifikation sein, und der Name „Oxygenium" ist insofern nicht geeignet, als er aus einer noch nicht bewiesenen Hypothese abgeleitet ist. Aus demselben Grunde muss die ganze Klasse der Säureradikale ausgemustert werden.

In Bezug auf den Stickstoff findet Gadolin, dass er sich zu viel vom Schwefel, Kohlenstoff und Phosphor unterscheidet, um zu derselben Klasse gerechnet zu werden. Überhaupt scheint ihm die Kenntnis von den elementaren Körpern noch zu beschränkt zu sein um darauf ein chemisches System oder eine darnach ausgearbeitete Nomenklatur zu bauen.

Hinsichtlich der zusammengesetzten Körper, die nach diesem System gleichfalls in fünf Klassen geteilt werden, weist Gadolin auf seine Anmerkung betreffs des Sauerstoffs und der Säuren hin und äussert sich ausserdem nur über die Zweckmässigkeit der vorgeschlagenen Namen. Als Konsequenz der neuen Nomenklaturmethode wäre nach Gadolin u. a. die Salpetersäure als „acide azotique" statt „acide nitrique" zu benennen. — Inzwischen benutzte er selbst hinsichtlich der Säuren, der Salze u. s. w. die Lavoisier'sche Nomenklatur.

Im scharfen Gegensatz zu der ruhigen und von Achtung vor den Verfassern der Nomenklatur zeugenden Kritik Gadolins stehen die Angriffe auf dieselbe, die in den darauffolgenden Jahren von de la Métherie, Gren und anderen von den eifrigsten Verteidigern der phlogistischen Lehren gemacht wurden. Nach Empfang der Abhandlung Gadolins schrieb ihm Berthollet u. a.: „Vos discussions pleines d'indulgence et de politesse ressemblent bien peu aux critiques amères et aux plaisanteries indecentes que novus avons éprouvées dans ce pays ci." Die Abhandlung Gadolins wurde ausführlich und ohne Commentaren in „Annales de chimie et de physique" referirt. In einem Brief an Gadolin hat aber Berthollet die Meinungen der Verfasser der Nomenklatur klargelegt und verteidigt.

In einer im Jahre 1790 herausgegebenen Abhandlung [1]) versuchte Gadolin die Einwirkung der Wärme auf die chemische Anziehung der Körper, zunächst anlässlich eines im vorhergehenden Jahre von de Morveau veröffentlichten Aufsatzes über denselben Gegenstand, klarzulegen [2]). Da er die Wärme als einen besonderen Stoff betrachtet, der immer vorhanden ist, muss sie irgend eine Anziehung auf alle Körper ausüben, und diese Anziehungskraft muss bei allen Verbindungen unter den Körpern mitwirkend sein und in ihren inneren Anziehungskräften Veränderungen verursachen. Die Erfahrung lehrt, dass ein mässiger Grad Wärme als Auflösungsmittel wirkt, weil sie die kleinsten Teile der Körper beweglich macht. Ohne Beihülfe der Wärme scheint keine

[1]) Allgemeine Anmerkungen über die Wirkung des Wärme auf die chemischen Anziehungen der Körper. Kongl. Vet. Acad. Handl. 1790. I. S. 97—106; Crells chem. Annal. 1791. I. S. 448—459; in veränderter Form neu veröffentlicht in Crells chem. Ann. 1798. I. S. 221—230.

[2]) Kongl. Vet. Acad. Handl. 1789 S. 22.

chemische Vereinigung stattfinden zu können. Wenn ein grösserer Grad von Wärme als der, welcher zu der Verbindung von zwei Körpern erforderlich ist, ihre Anziehung zu vermehren oder zu vermindern vermöchte, so könnte es eintreffen, dass das Verhältnis zwischen den Wahlanziehungen unverändert bleibt, so dass die Anziehung in derselben Proportion vermehrt oder vermindert wird. Es kann aber auch anderseits eintreffen, dass ein dritter Körper, der eine schwächere Anziehung zu irgend einem von den verbindenden Körpern hat, aber zu seiner Verbindung einen grösseren Grad Wärme erfordert, bei einer höheren Temperatur die Körper von einander zu trennen vermag. Gadolin findet es nicht unwahrscheinlich, dass die von der Wärme erzeugten Veränderungen hinsichtlich der Anziehung der Körper hauptsächlich auf dem Umstande beruhen, dass sie bei gewissen Temperaturen eine verschiedene Neigung zeigen mehr oder weniger zerteilt, fliessend oder flüchtig zu werden.

Gadolin diskutiert weiter die von MORVEAU angeführten Erscheinungen, bei denen zwei Körper sich mit einander verbinden, erst nachdem Wärme zugeführt wird, und die trotzdem dabei eine grosse Menge Wärme abgeben, welche vorher in ihnen gebunden war. MORVEAU sucht dieses Phänomen durch die Analogie mit der zuweilen wahrgenommenen Tatsache zu erklären, dass bei den Wasserlösungen eine grössere Menge von Wasser den Zusammenhang des Auflösungsmittels mit dem aufgelösten Körper aufhebt, und führt zugleich die Auflösung des Schwerspaths in Schwefelsäure als Beispiel an. Gadolin billigt nicht diese Erklärung sondern hebt hervor, dass eine Vermehrung der Menge des Auflösungsmittels den Zusammenhang desselben mit dem aufgelösten Körper nicht vermindern könnte, wenn nicht der zugekommene Körper von einem Teil des aufgelösten Körpers angezogen würde oder sich damit verbände. Die Fällung des Schwerspaths aus seiner Lösung in koncentrierter Schwefelsäure durch Wasser beruht seiner Ansicht nach auf dem Umstande, dass die Schwefelsäure vom Wasser stärker angezogen wird als der Schwerspath, der keine Neigung zeigt sich damit zu verbinden.

In den Dissertationen, die in den darauffolgenden Jahren unter dem Praesidium Gadolins erschienen, behandelt er mit Vorliebe theoretische Fragen („*De theoria calcinationis*“, „*De theoria solutionis chemicae*“ „*De natura metallorum*“, „*De natura salium simplicium*“ u. a.). Aus diesen Abhandlungen ersieht man, dass er allmählich die Bedenken hinsichtlich einzelner Punkte im System LAVOISIERS fallen liess, welche er früher getragen hatte. So will er es nicht bestreiten, dass, analog anderen Säuren, die Metallsäuren durch die Verbindung der Metalle mit einer grösseren Menge von Sauerstoff entstehen, und dass „*causa omnis aciditatis*“ im Sauerstoff liegt. Da bis dahin keine Metallsäure ohne Salzsäure dargestellt war, findet er es jedoch möglich, dass die Metallsäuren ihre saure Reaktion nur infolge einer Verunreinigung durch Salzsäure haben [1]). In Bezug auf die nicht reduzierbaren Metallkalke spricht Gadolin die Vermutung aus, dass die Ursache ihrer Irreduktibilität nicht in einer zu weit gegangenen

[1]) De natura metallorum I S. 21 (1792).

Verbrennung zu suchen sei, sondern in dem Umstande, dass in denselben noch ein Stoff vorhanden sei, der weder mit einem Reduktionsmittel noch mit Feuer ausgetrieben werden könne [1]).

In der Abhandlung über die Natur der einfachen Salze, d. h. der Säuren und Alkalien [2]), die im Jahre 1795 erschien, hat Gadolin schon einen Schritt weiter getan. Er nimnt nun den Namen *Oxygenium* für den Sauerstoff an. Die Säuren, deren Zusammensetzung noch nicht völlig bekannt war, wie z. B. die der Borsäure, der Salzsäure und der Flussäure, stellt er jedoch ausserhalb der allgemeinen Regel vom Sauerstoff als die Ursache der sauren Natur der Säuren.

Gadolin entwickelte sich — wie aus dem Vorstehenden hervorgeht — allmählich von dem phlogistischen Standpunkte zum Anhänger der Lavoisierschen Lehren. In seiner Abhandlung über die Metallkalke (im Jahre 1792) äussert er: „Vom Phlogiston sage ich nicht viel. Zwar leugne ich dessen Existenz nicht, doch glaube ich, dass in dem jetztigen Zustande der Wissenschaft, alle Phänomene ebensogut ohne dieses erklärt werden können.“ Nach dieser Zeit sind seine Schriften im rein antiphlogistischen Sinn aufgefasst. In Deutschland hatte auch zu dieser Zeit die meisten der leitenden Forscher, die sich früher den neuen Idéen gegenüber abweisend gezeigt hatten, ihre Bedenken fallen lassen. Nur einige in wissenschaftlicher Hinsicht hervorragende Gelehrte versuchten es noch nach dem Jahre 1795 den hoffnungslosen Kampf fortzuführen, unter ihnen Crell und J. F. Gmelin. Es war ohne Zweifel mehr die Achtung vor diesen Forschern als das Bedürfnis einen schon erledigten Streit weiter fortzusetzen, welche Gadolin veranlasste ihre Ansichten zur Kritik aufzunehmen. Wenn die Polemik auch keine grössere Bedeutung für die Entwicklung der chemischen Ansichten gehabt hat, so ist sie jedoch hinsichtlich ihrer Art von Interesse, indem sie die Forscherpersönlichkeit Gadolins beleuchtet.

Schon im Jahre 1785 hatte Karsten die Ansicht ausgesprochen, dass der Streit zwischen den verschiedenen Auffassungen nur ein Streit um Worte sei, indem man den hypothetischen elementaren Kohlenstoff als einen Begriff betrachten könne, der mit dem Phlogiston identisch sei. Zu dieser Ansicht schloss sich u. a. Lorenz, der im Jahre 1789 in Bezug auf das Phlogiston äusserte: „Lavoisier sucht es aus der Reihe der Wesen auszustossen, es scheint aber, als wenn diejenigen, die es leugnen, eine Kohlenerde an dessen Stelle setzen, welches denn auch auf eines hinauslaufen wird“ [3]). Als einen letzten Versuch, wenn nicht den Namen so doch den Begriff Phlogiston zu retten, nahm Crell in einer im Jahre 1796 herausgegebenen Abhandlung („Entwickelung des Begriffs Kohlenstoff“) [4]) denselben Gedanken wieder auf und versuchte auf philosophischen und chemischen Gründen es zu beweisen, dass Lavoisier und seine Schule dem Kohlenstoff

[1]) De natura metallorum II S. 11 (1792).
[2]) De natura salium simplicium (1795).
[3]) Kahlbaum, Monographien. I. S. 35.
[4]) Crells Ann. 1796. I. S. 247—252.

dieselben Eigenschaften zuteilten, wie die Anhänger STAHLS dem Phlogiston, und dass hier folglich nur ein neuer Name einer alten bekannten Sache vorliege. Denn da man den Kohlenstoff *(Carbonium)* als gewöhnliche Kohle bezeichnet, aus der die Aschen- und Salzsubstanzen abgeschieden worden waren, findet CRELL, dass man aus dieser negativen Bestimmung den positiven Schluss ziehen müsse, dass der Kohlenstoff ein Überbleibsel gewisser der Einwirkung der Hitze ausgesetzter Körper sei, welches die Flamme zu unterhalten vermag.

Da aber dem System LAVOISIERS nach der Kohlenstoff auch bei den Pflanzen vorhanden ist, wo er nichts Flüchtiges durch die Wärme verloren, so bleibt nach CRELL dem Kohlenstoff kein anderes Merkmal übrig, als dass er die Flamme zu erhalten vermag, was wieder gerade der Begriff ist, den die Anhänger STAHLS dem Phlogiston zuteilen. Hinsichtlich des reinen Kohlenstoffs kann man also wie vom Phlogiston sagen, dass wir ihn mit unseren äusseren Sinnen nicht fassen können, und dass wir den Kohlenstoff bei näherer Erwägung als einen abstrakten Begriff betrachten müssen, da wir ihn nicht von seinen festen Teilen getrennt darstellen können. Er hört ausserdem auf, ein der Vorstellung fassbares Wesen zu sein, wenn man sich vorstellt, dass die meisten Teile, die die übrigen zusammenhalten, davon abgeschieden werden. Nach der Lehre LAVOISIERS ergibt der Kohlenstoff mit dem Sauerstoff Kohlensäure, nach CRELL erzeugt auch Phlogiston mit dem Sauerstoff denselben Körper. Er gibt wohl zu, dass es Körper gäben, in denen der Lehre STAHLS nach Phlogiston eingehe, ohne dass diese doch Kohlenstoff enthielten, er will aber ausserdem beweisen, dass der Kohlenstoff kein Element sondern ein zusammengesetzter Körper sei.

GADOLIN, der schon vorher in zwei Dissertationen die neuesten Ansichten hinsichtlich der Natur der Kohle und der Kohlensäure auseinandergesetzt hatte, nahm in einer Abhandlung im Jahre 1801 [1]) die Theorie CRELLS zur Prüfung auf. In dieser Schrift hebt er hervor, dass er es nicht verstehe, auf welchen Gründen CRELL sagen könne, dass der Kohlenstoff nicht sinnlich fassbar sei. Er räumt wohl ein, dass dieser Stoff in der gewöhnlichen Kohle und im Russ nie ganz rein vorkomme, betont aber, dass dies bei mehreren Körpern der Fall sei, wie im Eisen, Kupfer u. a., in denen von anderen Stoffen beinahe immer irgend eine Spur noch nachzuweisen sei, die man nur mit der grössten Schwierigkeit entfernen könne. Zur Kenntnis jedes beliebigen Körpers genügt es, dass die wesentlichen Eigenschaften desselben erkannt werden können. Die Kohle hat nicht seiner Ansicht nach, wie CRELL es glaubt, fremden Körpern ihren festen Aggregatzustand zu verdanken. Sie ist selbst eine feste, nicht flüchtige Substanz, kann aber mit anderen Körpern Verbindungen bilden, die flüchtig sind. Ausserdem ist der Kohlenstoff nicht, wie man es in Bezug auf das Phlogiston angenommen hatte, ein Bestandteil in allen brennbaren Körpern. Die Verschiedenheit der brennbaren Körper wird durch die Veränderung konstatiert, die sie bei dem Verbren-

[1]) Animadversiones in commentationem nob. von CRELL de natione carbonii. Åbo 1801; Crells chem. Annal. 1802. I. S. 396—410,

nen erleiden. Bei diesem Vorgang erzeugt Schwefel Schwefelsäure, Phosphor Phosphorsäure. So erhält man auch aus der Kohle und aus allen denjenigen Körpern, die Kohlenstoff enthalten, zu denen die vegetabilischen Substanzen gehören, einen Stoff, der aus anderen Körpern nicht gewonnen wird. Dieses Produkt ist die Luftsäure, die gerade deshalb den Namen Kohlensäure erhalten hat. Der Kohlenstoff ist seinem festen Aggregationszustande und seinem Verbrennungsprodukte, der Kohlensäure, zufolge ein von anderen Körpern wohl getrenntes Species. Die Ansicht Crells, dass auch das Phlogiston bei der Verbrennung Luftsäure ergibt, würde, da diese bei der Verbrennung nicht aus allen brennbaren Körpern entsteht, zu der Annahme führen, dass mehrere Arten vom Phlogiston existierten, was jedoch weder mit dem System Lavoisiers noch mit dem Stahls übereinstimmt. Schliesslich hebt Gadolin hervor, dass das letzte Argument Crells — dass der Kohlenstoff ein zusammengesetzter Körper sei — seine eigene Theorie mehr als diejenige Lavoisiers schwäche, denn diese verleugne nicht die genannte Möglichkeit, während das Phlogiston Stahls, mit welchem, der Ansicht Crells nach, der Kohlenstoff übereinstimmt, ein einfacher Körper wäre.

Crell veröffentlichte die Schrift Gadolins in seinen Annalen [1]). Er äussert, dass er sie gern den Lesern mitteile, „weil sie von einem einsichtsvollen Manne mit Forscherbegierde und Liebe zur Wahrheit verfasst ist", einem Manne, der auch als Gegner sein Freund bleibt. Die Kritik Gadolins veranlasste indessen Crell zu einem polemischen Aufsatze, [2]) in dem er vor allem seine Ansicht, der Kohlenstoff sei nur ein Vernunftsbegriff (*ens rationis*), zu begründen versucht. Man muss, meint er, die übrigen Bestandteile der Kohle, die Aschenbestandteile, wegdenken, um überhaupt zum Begriff Kohlenstoff zu kommen. Dieselben als zufällig zu betrachten, dazu liegen keine Gründe vor, denn sie fehlen nie. „Was immer geschieht, ist des Zufalls Gegensatz, fremd ist nicht, was immer da ist. Man kann in der Naturkunde nicht zuverlässlicher schliessen, dass zwei Theile wesentlich zu einander gehören, als wenn man sie immer antrifft." Dass die Luftsäure nur aus kohlenstoffhaltigen Körpern entsteht, hält Crell nicht als bewiesen.

Zu gleicher Zeit mit dem oben erwähnten Auftreten Crells veröffentlichte J. F. Gmelin eine Reihe Abhandlungen „Von der Bildung der Säuren", [3]) in denen er die Theorie Lavoisiers von der Natur der Säuren völlig zurückwies. Vor allem versucht er die damit verbundene Ansicht in Bezug auf die Zusammensetzung der wichtigsten Säuren, der Kohlensäure, der Salpetersäure, der Phosphorsäure und der Schwefelsäure zu wiederlegen. In fünf verschiedenen Dissertationen (in den Jahren 1801 und 1802), die zum teil in Crells Annalen veröffentlicht wurden, hat Gadolin auf eine sachliche und überzeugende Weise die Unhaltbarkeit der Ansichten Gmelins klargelegt. Wir müssen uns hier auf einen kurzen Bericht über die Polemik einschränken, indem wir auf die in dem Folgenden veröffentlichten Originalabhandlungen Gadolins hinweisen.

---

[1]) Bemerkungen über den Begriff des Kohlenstoffs. Crells chem.Ann. 1802, I. S. 396—410.
[2]) Ibid 1. 1802, I. s. 411.
[3]) Crells chem. Annal. 1796. I. S. 291—306, 395—411, 511—529.

GMELIN verwarf die Sauerstofftheorie LAVOISIERS und zwar vor allem auf dem Grunde, dass der Sauerstoff nicht in allen Säuren ein Bestandteil sein konnte, da er an sich keine Spur von sauren Eigenschaften zeigt, und da er in einer grossen Anzahl anderer Körper vorhanden ist, die durchaus nicht den Charakter der Säuren zeigen. Wenn z. B. das Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff besteht, so ist darin nicht weniger als 85 Proc. von dem erstgenannten Stoff vorhanden. „Aber wo" fragt GMELIN — „findet man im Wasser auch nur eine Eigenschaft, welche den Namen einer Säure rechtfertigen könnte?" Und die Metallkalke, ausser Arsenik, Molybdän und Wolfram, sind durchaus nicht sauer, sondern besitzen vielmehr den Charakter der Alkalien, indem sie sich mit Säuren zu Mittelsalze verbinden. Trotzdem werden sie aber Oxyde oder Halbsäuren genannt. Oft findet man ausserdem, dass durch die Vermehrung der Sauerstoffmenge in einer Säure die sauren Eigenschaften vermindert werden oder ganz verschwinden, wie z. B. wenn die Salzsäure mit Braunstein behandelt wird. Wie könnte es also denkbar sein, dass ein Stoff, der bei der Verbindung mit so vielen anderen keine Spur von Säure zeigt und, wenn er wahren Säuren beitritt, ihre saure Beschaffenheit schwächt, der Ursprung aller anderen Säuren sei?

GADOLIN bemerkt dazu,[1]) dass aus den verschiedenen Stoffen oft Produkte entstehen, die in ihrer Beschaffenheit von ihren einzelnen Bestandteilen gänzlich verschieden seien. Als Beispiel führt er unter anderen die Neutralsalze an, in welchen weder alkalische noch saure Eigenschaften zu finden sind. Die Eigenschaften der zusammengesetzten Körper beruht auf der ganzen Zusammensetzung und es wäre ungereimt sie in ihren einzelnen Bestandteilen suchen zu wollen. Auf diese Weise könnte man auch den Grund der sauren Natur nicht nur bei dem Sauerstoff suchen, sondern dieser wäre von der Verbindung von allen in dem Körper vorhandenen Stoffen bedingt. In diesem Falle hindert auch nichts, dass der Sauerstoff ein Bestandteil auch nicht-saurer Körper wäre. Hinsichtlich des Wassers hebt Gadolin hervor, dass in der Tat dieser Stoff nicht „so ganz von den Säuren verschieden ist". Den Geschmack und das Vermögen die vegetabilischen Farben zu verändern ausgenommen, werden fast alle Merkmale der Säuren im Wasser gefunden. Es verbindet sich mit den alkalischen Körpern sehr gern, entbindet hierbei einen merklichen Grad von Wärme und kann mit den meisten in krystallinische Form zusammentreten; die alkalischen Seifen scheint es durch Anziehung zu den Alkalien einigermassen zu zersetzen. Es wird daher nicht gegen die Erfahrung gesündigt, wenn man dem Wasser den untersten Platz unter den Säuren anweist. Gadolin findet nunmehr für die Metallkalke den Namen Oxyde völlig berechtigt, nicht weil man bei ihnen eine Art saure Natur zu suchen braucht, sondern weil sie Sauerstoff enthalten. Dagegen findet er den deutschen Ausdruck Halbsäure als Namen des Oxyds misslungen und irreführend. Das Argument GMELINS gegen die Theorie LAVOISIERS, dass eine Zunahme des Sauerstoffs oft die Eigenschaften einer Säure schwäche, verliert nach Gadolin jede Bedeutung, wenn man erwägt. dass der Charakter der Säure nicht

[1]) Crells chem. Annal. 1803 I. S. 50—60.

der Lebensluft eigentümlich ist sondern aus dem Materiellen derselben durch eine ganz bestimmte Verbindung mit anderen Körpern entsteht. Geschieht diese Verbindung in einer anderen Proportion als in der Säure, so kann es eintreffen, dass die saure Natur völlig verschwindet, in derselben Weise wie die Salze, die Krystallwasser enthalten, aufgelöst werden können, wenn man zu ihnen mehr Wasser giesst, obgleich sie gerade dem Wasser ihre Krystallform zu verdanken haben. Inzwischen will Gadolin keineswegs hervorheben, dass der Sauerstoff unentbehrlich sei um einem Stoff den Character einer Säure zu geben. Im Gegenteil scheint es ihm wahrscheinlich, dass dies nicht der Fall ist, und er erwähnt vor allem des Schwefelwasserstoffs, dessen Zusammensetzung Berthollet festgestellt hatte, und in welchem Sauerstoff nicht vorhanden zu sein scheint.

Weit ausführlicher als hinsichtlich der Natur der Säuren im Allgemeinen wird die Frage über die besondere Bildung und Zusammensetzung der Säuren behandelt. Es wird genügen hier die Auffassung Gmelins betreffs zwei von diesen, der Kohlensäure und Phosphorsäure, sowie die von Gadolin dagegen ausgesprochenen Ansichten anzuführen.

Dass der Sauerstoff zur Entstehung der Kohlensäure (Luftsäure) beiträgt, findet Gmelin wahrscheinlich, vermutet aber, dass diese jedoch in der Kohle fertig gebildet vorhanden sei, obgleich daselbst durch brennbares Gas (Wasserstoff) verborgen, und dass sie zuerst in Luftform erscheine, wenn dieses durch die Einwirkung des Feuers ausgetrieben worden wäre, und die Kohle statt dessen die Lebensluft aufgenommen und sich mit der Wärme verbunden hätte. Die Kohlensäure wird ausserdem nicht nur aus der Kohle sondern auch aus anderen Stoffen dargestellt, wie z. B. aus dem Marmor, aus der Pottasche u. a. durch Erhitzung oder die Einwirkung der Säuren. In diesen Fällen kann die Kohle nicht bei der Bildung der Säure mitwirkend sein. Bei der Gärung erhält man Kohlensäure bei einer niedrigen Temperatur, während die Kohlensäure bei ihrer Bildung aus der Kohle und dem Sauerstoff Glühhitze erfordert. Derartige Gärungsprocesse können auch stattfinden, ohne dass die Luft Zutritt hat. Die Kohlensäure, die durch die Atmung der Tiere aus den Lungen abgeschieden wird, kann auch nicht im Körper durch die Verbindung der Kohle mit Sauerstoff entstanden sein, weil die Temperatur des Körpers dazu zu niedrig ist, sondern sie rührt von einer kohlensäurehaltigen Nahrung her oder wird in dem Körper auf eine andere Weise frei gemacht und vom Blute aufgenommen. Die Versuche, die man gemacht hat, kohlensaure Salze (Marmor) mit Phosphor zu erhitzen, wobei freie Kohle abgeschieden worden ist, beweisen nach Gmelin nichts in Bezug auf die Zusammensetzung der Kohlensäure. Die Kohle könnte schon früher im Phosphor vorhanden gewesen sein. Oder auch könnte man die Erscheinung dadurch erklären, dass die Kohlensäure sich mit dem brennbaren Stoff im Phosphor zu Kohle verbunden hätte, wobei die Phosphorsäure freigemacht worden wäre. Es scheint ihm gar nicht unwahrscheinlich, dass die Kohlensäure in der Kohle fertig gebildet wäre, wie sie es im Marmor angenommen wird, obgleich ihre sauren Eigenschaften und luftförmige Natur nicht zum Vorschein treten, weil sie von anderen Stoffen umgeben ist, ungefähr auf dieselbe Weise wie die Säuren in den Salzen verborgen sind.

GADOLIN [1]) beweist Punkt für Punkt die Unhaltbarkeit der Ansichten, die GMELIN ausgesprochen hatte. Dass die Kohlensäure in der Kohle in Verbindung mit brennbarem Gas (Wasserstoff) vorhanden wäre, ist eine Annahme, die man mit keinem Beweis hat stützen können. Es ist keinem gelungen durch die Entfernung des Wasserstoffs aus der Kohle die Kohlensäure zu befreien und auch nicht durch die Verbindung von Kohlensäure und Wasserstoff die Kohle zusammenzusetzen. Bei der Verbrennung von der gewöhnlichen Kohle erhält man Kohlensäure und Wasser. Da das Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff besteht, muss in dem anderen brennbaren Teile der Kohle, d. h. in der Kohle an sich, der Ursprung der Kohlensäure zu suchen sein. Dass die Kohlensäure nicht immer, wenn sie hervortritt, direkt aus ihren Bestandteilen gebildet wird, wie in den von GMELIN angeführten Beispielen der Fall ist, beruht darauf, dass in diesen Fällen schon fertig gebildete Kohlensäure aus irgend einer Verbindung abgeschieden wird, in welcher sie vorhanden gewesen ist, was durch die Ab- und Zunahme des Gewichts analytisch und syntetisch bewiesen werden kann. In Bezug auf das Auftreten der Kohlensäure bei der Gärung, hebt Gadolin hervor, dass in den gärenden Stoffen Kohle und Sauerstoff schon mit einander sowie mit anderen Körpern in verschiedenen Verhältnissen verbunden seien, und dass es infolgedessen begreiflich sei, dass diese beiden Stoffe sich abscheiden können, zu Kohlensäure verbunden. In Bezug auf die Atmung betont Gadolin, dass man nicht bezweifeln könne, dass die Kohlensäure durch thierische Funktionen aus der Kohle des Bluts und aus dem Sauerstoff der Luft gebildet werde, da das Blut erweislichermassen grosse Mengen von Sauerstoff aufnehme und statt dessen Kohlensäure abgebe. Dass die von GMELIN angeführten Versuche mit Phosphor und Marmor nicht in Bezug auf die Zusammensetzung der Kohlensäure als beweisend betrachtet werden können, gibt wohl Gadolin zu, findet aber die Erklärung GMELINS, die auf der Lehre STAHLS gegründet war, noch unwahrscheinlicher. Eine Analogie zwischen dem Vorhandensein der Kohlensäure in der Kohle und dasjenige der Säuren in den neutralen Salzen, wie GMELIN es hervorgehoben hatte, war nach Gadolin nicht gültig, denn in den Salzen macht die Säure nur einen Teil des ganzen Gewichts des Salzes aus, während die Kohlensäure das Gewicht der Kohlenmenge weit übersteigt, aus welcher sie gebildet ist, ohne dass man in der Kohle irgend einen fremden Stoff hat entdecken können, der eine so grosse Zunahme des Gewichts hätte verursachen können.

In Bezug auf die Phosphorsäure erkennt GMELIN wohl die Notwendigkeit vom Vorhandensein des Sauerstoffs für seine Bildung aus dem Phosphor an, aber er betrachtet den Phosphor an sich als einen zusammengesetzten Körper. Seine Brennbarkeit wie diejenige anderer Stoffe, die von der organischen Natur stammen, beruht auf dem Vorhandensein von den brennbaren Grundlagen in Kohle und Wasserstoff, welche im Phosphor mit der Phosphorsäure, oder vielmehr mit dem sauren Bestandteil derselben, verbunden sind. Der Umstand, dass die Phosphorsäure nicht im Phosphor erkannt wer-

[1]) Crells chem. Annal. 1803. I. S. 313—323.

den kann, wird auf dieselbe Weise erklärt wie die Verborgenheit der Kohlensäure in der Kohle und diejenige der Säuren in den neutralen Salzen. Die Tatsache, dass die Phosphorsäure niemals ohne die Mitwirkung des Sauerstoffs dargestellt werden kann, beruht darauf, dass der Sauerstoff sich mit dem sauren Bestandteile der Phosphorsäure verbindet und den zweiten Teil des Phosphors frei lässt. Dieser geht im Feuer und Licht ab, ganz in derselben Weise wie eine stärkere Säure die Kohlensäure aus ihren Verbindungen austreibt und sich mit dem Rest verbindet. Ausserdem ist es nach Gmelin nicht bewiesen worden, dass die Gewichtszunahme, die der Phosphor bei der Verbrennung erhält, ebenso gross wie die Summe des Phosphors und des angewendeten Sauerstoffs sei, und nicht einmal dass sie bei allen Versuchen an sich gleich gross sei. Dass der Phosphor in der Tat brennbares Gas (Wasserstoff) enthält, ist nach Gmelin durch folgende von Priestley gemachte Beobachtung bewiesen worden: Wenn man trockene Phosphorsäure in einer Glasglocke einschliesst, die mit diesem Gas gefüllt ist, und den Brennpunkt einer Glaslinse darauf richtet, so wird ein grosser Teil des Gases absorbiert und der Phosphor dabei freigemacht. Um seine Auffassung noch zu stützen, hebt er hervor, dass der Phosphor wenigstens zum Teil bei der Auflösung der Metalle in einer Säure freigemacht werden müsse, da nach der Theorie Lavoisiers ein Metall von einer Säure nicht aufgelöst werden könne ohne Sauerstoff aus derselben zu entziehen. Dies geschieht aber nicht.

In seiner Kritik hebt Gadolin zunächst hervor, dass der Umstand, dass Phosphor (und Schwefel) in den organischen Stoffen vorhanden sei, es denkbar machen könne, dass sie Kohle und Wasserstoff enthielten, obgleich es keineswegs gesagt sei, dass diese die einzigen brennbaren Körper in der organischen Natur seien. Da der Phosphor aber bei seiner Verbrennung weder Wasser noch Kohlensäure abgebe, sei es ersichtlich, dass Kohle und Wasserstoff in seiner Zusammensetzung nicht vorhanden sei. Den Grund zu dem Umstande, dass die Zunahme des Gewichts bei der Verbrennung des Phosphors nicht immer gleich gross gefunden ist, erklärt Gadolin, indem er darauf hinweist, dass dabei zuweilen phosphorige Säure oder eine Mischung davon mit Phosphorsäure erhalten worden sei. Ausserdem sei es konstatiert worden, dass der Phosphor bei der Verbrennung in reinem Sauerstoffgas in geschlossenen Gefässen den vorhandenen Sauerstoff absorbiere und eine Säure gebe, die mit dem ganzen Gewicht des Sauerstoffs dasjenige des Phosphors übersteige.

Die Reduktion der Phosphorsäure zu Phosphor durch Wasserstoff stellt Gadolin in richtiges Licht, indem er mitteilt, dass dabei auch Wasser entstehe, das in kleinen Tropfen erscheint, und dass der dargestellte Phosphor so viel weniger als die Phosphorsäure, wie das entstandene Wasser mehr als der Wasserstoff, wiege. In Bezug auf die Anmerkung, dass die Metalle bei ihrer Auflösung in der Phosphorsäure den Phosphor freimachen müssten, hebt Gadolin hervor, dass der bei der Auflösung der Metalle in Säuren erforderliche Sauerstoff nicht immer von der Säure, sondern zuweilen vom Wasser, zuweilen von der Luft herrühre.

Einen weiteren Meinungsaustausch veranlasste Gadolins Polemik nicht. Die Streitfragen waren ja schon damals entschieden. Die wenigen treuen Veteranen der phlo-

gistischen Lehre standen einsam und verlassen in der neuen Zeit, die auf dem Gebiet der Chemie eingegangen war. Sie legten die Waffen nieder und zogen sich zurück, auch da, wo die Argumente des Siegers ihre Auffassung nicht verändert hatten.

Die erste chemische Untersuchung GADOLINS, die er in Upsala unter der Leitung BERGMANS ausführte, galt die Analyse des Eisens. Während seines Aufenthalts in London nahm er wieder diesen Gegenstand auf, um das Verhalten der Blutlauge zu Eisenauflösungen näher zu erforschen und die Zusammensetzung des Berlinerblaus festzustellen. Diese Untersuchungen, die im Jahre 1788 in einer Abhandlung unter dem Titel „Versuche und Anmerkungen über das Probieren der Eisenerze auf dem nassen Wege", veröffentlicht wurden, [1]) sind unter den bemerkenswertesten der Arbeiten Gadolins auf dem Gebiete der experimentellen Chemie zu zählen.

BERGMAN [2]), der die Anwendung der Blutlauge bei der qvantitativen Bestimmung des Eisens vorgeschlagen, hatte das Verhältnis zwischen dem niedergeschlagenen Berlinerblau und dem aufgelösten Eisen bestimmt und gefunden, dass die Gewichte derselben sich zu einander wie 6 zu 1, oder vielmehr wie 5,9 zu 1, verhalten. Diese Angabe wurde indessen, nach dem Tode BERGMANS, von WIEGLEB [3]) und WESTRUMB [4]) bestritten. Sie fanden nämlich, dass der aus einer Eisenlösung erhaltene Berlinerblauniederschlag in der Glühhitze die Hälfte seines Gewichtes verlor und dass der Rest von dem Magneten gezogen wurde, weshalb sie ihn als reines Eisen betrachteten. Das Eisen würde folglich die Hälfte von dem Gewicht des Berlinerblaus ausmachen, und BERGMAN hätte sich eines grossen Irrtums schuldig gemacht. Die Untersuchung Gadolins bezweckte es hinsichtlich dieser Frage zu einer Entscheidung zu kommen. Indem er annahm, dass die verschiedenen Resultate zum Teil auf der verschiedenen Beschaffenheit des Eisens im aufgelösten Zustande beruhte, untersuchte er zunächst die Einwirkung eines im verschiedenen Grad kalcinirten (oxydirten) Eisens auf die Menge des Niederschlages, der bei dem Zusatz der Blutlauge zu einer Eisenauflösung erhalten wird. Er fand indessen, dass gleiche Mengen Eisen, von dem Grad der Verkalkung ganz unabhängig, die gleichen Mengen Blutlauge erforderten, um völlig gefällt zu werden. Der verschiedene Verkalkungsgrad übte dagegen auf die Farbe des Niederschlages einen Einfluss aus, so dass eine ganz frisch gemachte und mit aufgekochtem Wasser verdünnte Lösung von Eisen in Schwefelsäure einen unrein grünen Niederschlag ergab, der in einem geschlossenen Gefäss unverändert blieb, aber auf der Oberfläche eine blaue Farbe erhielt, wenn der Luft freien Zutritt gegeben wurde, sowie dass der Niederschlag nicht

---

[1]) K. Sv. Vet. Acad. handl. 1788. S. 115—137; Crells chem. Ann. 1789. II. S. 325—351; s. a. Ibid. 1. 1788 I. S. 115.

[2]) De minerarum docimasia via humida. Diss. Upsala 1780.

[3]) Crells chem. Annal. 1785. I. 22.

[4]) Ibid. 1. 1785. 1. 155.

ein schön tiefblaues Äusseres gewinnen konnte, wenn er sich nicht mit einer hinreichenden Menge reiner Luft verbinden dürfte. Deshalb gibt das am stärksten kalcinirte Eisen die reinste blaue Farbe. Der Umstand, dass die Farbe des Berlinerblaus von dem Oxydationsgrad des Eisens abhängig ist, war eine Tatsache, die früher nicht beobachtet war. Elf Jahre später machte Proust eine Mitteilung über denselben Gegenstand ohne jedoch der Beobachtung Gadolins zu erwähnen. Die Menge des erhaltenen Berlinerblauniederschlages, sei es dass Vitriolsäure, Salzsäure oder Königswasser als Auflösungsmittel angewendet war, betrug, nach dem Trocknen bei 70—80 °, circa 540 Teile auf 100 Teilen des aufgelösten Eisens, also beinahe dasselbe Verhältnis, das Bergman gefunden hatte.

Gadolin untersuchte danach das Verhalten des Berlinerblaus in der Glühhitze um die Menge des in demselben vorhandenen Eisens zu bestimmen. Beim Glühen verlor der Körper circa die Hälfte seines Gewichtes, und da er den Rest als eine Mischung von Eisen und Kohle betrachtete, setzte er beim Glühen Salpeter hinzu. Dabei erhielt er von 540 Teilen Berlinerblau (100 Teilen aufgelösten Eisens entsprechend) 258 Teile Eisenkalk. Die Menge des Eisens im Eisenkalke war nicht mit Sicherheit festgestellt. Um diese zu erforschen, löste er bestimmte Mengen von metallischem Eisen in Salzsäure auf und setzte alkalische Fällungsmittel hinzu. Nach dem Auswaschen, Trocknen und Glühen des Niederschlages erhielt er als Durchschnittszahl von sieben Versuchen von 100 Teilen Eisen 142,9 Teile Eisenkalk, ein Verhältnis, welches beinahe völlig mit dem übereinstimmt, welches aus der später für das Oxyd aufgestellten Formel Fe_2O_3 berechnet wird. Für den bei 70—80° getrockneten Niederschlag (Eisenoxydhydrat) erhielt er das Gewicht 170,3. Durch diese Versuche kam nun Gadolin zu dem Resultat, dass es in 540 Teilen Berlinerblau 164 Teile Eisen gibt. Da die obenerwähnte Menge Berlinerblau nur aus 100 Teilen aufgelösten Eisens entstanden ist, zieht er daraus den Schluss, dass 64 Teile des Eisens aus der Blutlauge zugekommen seien, und diesen Umstand sucht er auch sonst zu beweisen.

Indem die Untersuchung Gadolins also wesentlich die Richtigkeit von der Angabe Bergmans in Bezug auf die Gewichtsrelation zwischen dem aufgelösten Eisen und dem aus demselben erhaltenen Berlinerblau bestätigte, zeigte diese, dass die Blutlauge eine konstante Quantität Eisen enthält. Gadolin erklärt diesen Umstand in der Weise, dass, da die Blutlauge aus dem Berlinerblau durch Kochen mit Alkali bereitet wird, dieses nicht nur den reinen Blutlaugenstoff (Blausäure) daraus aufnehme, sondern auch eine gewisse Quantität des Farbstoffs auflöse. Hinsichtlich der Zusammensetzung der Blutlauge äussert er, dass sie aus einer Verbindung zwischen fixem Alkali, Blutlaugenstoff und Eisen bestehe, die mit einander eine seifenartige Mischung bilden und stärker zusammenhängen als je zwei von ihnen, wie diese auch verbunden seien. — Gleichzeitig mit Gadolin arbeitete Berthollet an der Blausäure und ihren Verbindungen und auch er hat den konstanten Eisengehalt der Blutlauge nachgewiesen. Er publicirte seine Untersuchungen im Jahre 1789 und die Priorität der Entdeckung gehört folglich Gadolin.

Nach Empfang der ersten Mitteilung über diesen Gegenstand von Gadolin, schreibt ihm Crell: „Ich danke gehorsamst für die gütigst mitgetheilten Versuche über

den Eisengehalt des Berlinerblaus. Es freut mich sehr, dass Sie auch dadurch das Ansehen meines Freundes BERGMAN gerettet haben; denn ich sehe nicht was man wider Ihre Versuche einwenden könnte. Sie sind gar zu klar." Diese Untersuchung veranlasste indessen eine weitläufige Polemik zwischen Gadolin und STUCKE, einem Schüler WESTRUMBS, die jedoch kein grösseres Interesse beanspruchen kann. Gadolins Resultate erwiesen sich als richtig.

Die betreffende Abhandlung Gadolins ist auch insofern bemerkenswert, als in derselben wahrscheinlich zum ersten Male in der chemischen Literatur die Anwendbarkeit der Massanalyse zu quantitativen Bestimmungen hervorgehoben wird. Da das Gewicht des Berlinerblauniederschlages je nach dem Feuchtigkeitsgrad der Luft wechselt und da es schwierig ist den Niederschlag genau aufzusammeln und zu reinigen, schlug Gadolin es vor, dass man, anstatt das Präcipitat zu wägen, die Menge Blutlauge abmessen solle, die zu einer vollständigen Fällung des Eisens erforderlich sei. Zu diesem Zwecke muss die Beschaffenheit der Blutlauge genau bestimmt sein. Die Menge des Berlinerblaus, die bei der Darstellung der Blutlauge angewendet wird, spielt dabei keine Rolle, sondern das Hauptgewicht liegt auf der Reinheit des Alkalis. Diese kann leicht geprüft werden, wenn man die Menge der Vitriolsäure, die zu ihrer Sättigung erforderlich ist, bestimmt. Danach kann die Stärke der Vitriolsäure festgestellt werden, indem sie mit Magnesia aërata, das immer in einer beinahe gleichen Beschaffenheit zu haben ist, gesättigt wird. Die Blutlaugenflüssigkeit bereitete Gadolin aus einem vegetabilischen Alkali (Kaliumhydrat), von dem ein Teil so viel Vitriolsäure sättigte, als 0,564 Teile Magnesia aërata aufzulösen vermochte. Ein Loth davon wurde mit zwei Loth reinen Berlinerblaus und 16 Loth Wasser gemischt. Das Gemenge wurde eine halbe Stunde digerirt und darauf eine halbe Stunde im Kochen gehalten und der abfiltrirten klaren Lauge dasjenige Volumen gegeben, das 27 Loth Wasser einnehmen. Ein Teil Eisen erforderte von dieser Lauge 187 Raummasse um vollständig gefällt zu werden (ein Mass entspricht dem Raum, den ein Teil Wasser einnimmt). Wenn also zur Fällung einer Eisenauflösung a Masse dieser Lauge verbraucht werden, muss ihr Gehalt an metallischem Eisen $^{a}/_{187}$ Teile sein. Man kann, hebt Gadolin hervor, bei der Darstellung der Blutlauge jedes beliebige vegetabilische Alkali anwenden, wenn man nur dieselbe Proportion Wasser benutzt. Wenn ein Teil Alkali ebensoviel Vitriolsäure wie m Teile Magnesia aërata zu sättigen vermag, so ist die Menge Blutlauge, welches zur Fällung eines Teiles Eisen erforderlich ist $= \frac{187 \cdot 0{,}564}{m}$ Masse, und der Eisengehalt, welcher a Massen dieser Lauge entspricht, $= \frac{am}{187 \cdot 0{,}564} = \frac{am}{105}$.

Wie ersichtlich ist, liegt in dieser Bestimmungsmethode Gadolins eine vollständige Kombination von Alkalimetri, Acidimetri und Fällungsanalyse auf titrimetrischem Wege vor, jedoch dürfte diese kaum in der Geschichte der Massanalyse beachtet worden sein. Jedenfalls ist sie ein denkwürdiger Vorläufer zu den von GAY-LUSSAC beinahe 40 Jahre später eingeführten volumetrischen Methoden. Bemerkenswerth ist hierbei auch

die Auffassung von einer Regelmässigkeit oder Konstanz in den Verbindungsgewichten der Säuren und Basen, die eine Voraussetzung für diese von Gadolin vorgeschlagene Methode ist. Gedanken, die nach derselben Richtung gingen, waren von Cavendish ausgesprochen worden, ohne jedoch beachtet zu werden. Es war der Zeitgenosse Gadolins J. B. Richter, der einige Jahre später zuerst den hier herrschenden Aeqvivalentverhältnissen eine nähere Aufmerksamkeit schenkte, aber nicht einmal er wurde in dieser Hinsicht von seiner Zeit verstanden.

Die folgende experimentell-chemische Untersuchung Gadolins (1789) galt den Prozess, welcher bei dem s. g. Weissieden stattfindet [1]). Dieser besteht darin, dass Zinn in metallischer Form auf Kupfer gefällt wird, wenn die beiden Metalle auf einmal in einer Lösung von Weinstein oder Weinsäure gekocht werden. Diese Untersuchung wurde von dem Umstande veranlasst, dass die Erscheinung gegen die Wahlverwandtschaftsgesetze zu streiten schien, nach denen das Zinn das Kupfer aus dessen Lösung ausfällen müsste, während die Reaction nicht nach umgekehrter Richtung verlaufen könnte. Dazu kam noch der Umstand, den Gadolin bei Versuchen, die er in Verein mit Gahn veranstaltete, gefunden hat, nämlich dass das Kupfer nicht in der Lösung vorhanden ist, nachdem das Weissieden stattgefunden. Die Untersuchung, die Gadolin ausführte um die Erscheinung auseinanderzusetzen zeigte, dass das Weissieden nicht stattfinden kann, wenn in der Mischung metallisches Zinn nicht gegenwärtig ist, so wie dass die Weinsäure nicht in einem zu grossen Überschuss vorhanden oder mit stark verkalktem Zinn gesättigt sein darf. Ein geringer Überschuss von Weinsäure begünstigt dagegen den Prozess, welcher auch gefördert wird, wenn eine geringe Menge Eisen in der Weinsäure aufgelöst worden ist. Als Erklärung dieses Vorganges hebt Gadolin den Umstand hervor, dass Zinn, wie einige andere Metalle verschiedene Oxydationsgrade haben, von denen der niedrigste sehr geneigt sei sich mit einer weiteren Qvantität des verkalkenden Stoffes (Sauerstoff) zu verbinden, den es bald aus der Luft, bald aus dem Wasser oder anderen Körpern anzieht. Indem er von dieser Annahme ausgeht, gibt er folgende Erklärung von dem Verlauf des Weissiedens. Wenn das Zinn in dem Moment der Auflösung das metallische Kupfer berührt, so bewirken einerseits die Anziehung des Kupfers zu dem metallischen Teile des zunächst gelegenen aufgelösten Zinnes und andererseits die Geneigtheit der übrigen aufgelösten Zinnteilchen sich noch mit der Menge des verkalkenden Stoffes zu vereinigen, welchen das an das Kupfer grenzende Zinn enthält, infolge dessen das obenerwähnte Zinn sich in metallischer Gestalt auf der Oberfläche des Kupfers ansetzt, während das übrige auf eine höhere Stufe der Verkalkung übergeht. Ein Überschuss der Weinsäure ist dem Prozess hinderlich, weil in diesem Falle ihre Wahlverwandtschaft zum Zinn stärker ist als diejenige des Kupfers. Wenn die Säure mit einem in höherem Grade verkalkten Zinne gesättigt ist, so hat das aufgelöste Zinn keine Möglichkeit seinen Vorrat von dem verkalkenden Stoffe los zu werden. Die Neigung

---

[1]) Kongl. Sv. Vet. Acad. handl. 1788. S. 186—194; Crells chem. Ann. 1790 I. S. 260—273.

bei frisch aufgelöstem Zinn sich mit diesem Stoffe zu verbinden fördert diese Reduktion.

Anlässlich einiger Anmerkungen, die Baron VON GEDDA [1]) zu der Abhandlung Gadolins fügte, unternahm dieser eine neue Reihe Versuche [2]), durch welche er aufs neue zeigte, dass die Kraft der Säure beim Weissieden das Kupfer anzugreifen keine Bedeutung habe, da auch Gold auf dieselbe Weise mit Zinn überzogen werden könne. Hinsichtlich der Möglichkeit beim Weissieden das metallische Zinn durch Eisen zu ersetzen, nachdem ein Teil des Zinnes aufgelöst worden ist, was v. GEDDA als eine notwendige Folge von der Erklärung Gadolins anführt, zeigt dieser, dass dies in der Tat vor sich gehe, wenn anstatt der Weinsäure Alaun gebraucht wird. Die Erklärung, die Gadolin vom Weissiedenphänomen geliefert hat zu einer Zeit, wo man die galvanischen Phänomene noch nicht kannte, muss als ausserordentlich sinnreich betrachtet werden. Seine Annahmen von verschiedenen Oxydationsgraden beim Zinn wurde auch kurz darauf bestätigt. Als der erste Entdecker davon ist B. PELLETIER (1792) betrachtet worden [3]).

Bei seiner Untersuchung vom Braunstein hatte SCHEELE Beobachtungen gemacht, aus denen man schliessen konnte, dass die Braunsteinerde in Kalkerde verwandelt werden könne. GADOLIN bezweifelte die Richtigkeit davon und unterwarf diesen Umstand einer nähreren Prüfung [4]). „So vorteilhaft", sagt er, „es für die chemische Wissenschaft ist, dass die Bestandteile zusammengesetzter Körper entdeckt werden, so hinderlich sind dagegen diejenigen Verwandlungssysteme, die alsdann hervorkommen, wenn man zu eilfertig ist, Schlussfolgen aus unhinlänglichen Erfahrungen zu machen." Zu diesem Zwecke hatte er früher untersucht, ob Bittererde, wie LORGNA angegeben hatte, aus Soda entstehen könnte, und war dabei zu dem Resultat gekommen, dass dies nicht der Fall sein könne [5]).

SCHEELE hatte bei seinen Versuchen einen Zusatz von Zucker angewendet, und Gadolin glaubte, dass der Kalk aus demselben herrührte. Er machte seine Versuche qvantitativ mit und ohne Zusatz von Zucker und kam zu dem Schluss, dass reine Braunsteinerde weder durch Kalcination noch durch Auflösung in Säuren in Kalk verwandelt werden könne, und dass der von SCHEELE gefundene Kalk in der Tat durch den Zucker zugeführt worden sei. Er konstatierte zugleich, dass dabei kein Teil des Brausteins verloren gehe.

Im Jahre 1786 hatte T. LOWITZ gezeigt, dass man durch wohl ausgeglühte Kohle Weinstein- und andere Salzlösungen, Branntwein u. a. Flüssigkeiten von organischen

---

[1]) Kongl. Sv. Vet. Acad. handl. 1788, s. 194; Crells Ann. 1790 I, s. 269.
[2]) Kongl. Sv. Vet. Acad. handl. 1788 s. 292—302; Crells chem. Ann. 1790 I, 343—355.
[3]) Kopp, Gesch. d. Chemie IV. 129.
[4]) Kongl. Sv. Vet Acad. handl. 1789. S. 141—150; Crells chem. Ann. 1790 I. 129—140.
[5]) Crells chem. Ann. 1788 II, 50.

Verunreinigungen befreien könne. Dies war seiner Ansicht nach von der grossen Anziehung der Kohle zum Phlogiston bedingt. Die Versuche wurden von verschiedenen Chemikern nachgemacht, aber mit wechselndem Resultate.

Gadolin untersuchte die Anwendbarkeit dieser Methode auf Rohsalpeter und führte zu diesem Zwecke eine Reihe Versuche und qvantitativer Bestimmungen aus, welche er in einer im Jahre 1791 publicirten Abhandlung „Versuche über das Läutern des rohen Salpeters“ veröffentlichte [2]). Er fand, dass eine geringe Menge Holzkohle (2,5 Loth auf 1 Pf. Salpeter) in dieser Hinsicht eine starke Wirkung ausübte. Das organische „Fett“ wurde entfernt, wodurch das Kochsalz und gewisse andere Salze die Neigung verloren mit dem Salpeter auszukrystallisiren. Die Methode schien ihm mit Vorteil bei den Salpetersiedereien angewendet werden zu können. Die Ursache der Wirkung der Kohle ist nach Gadolin von mechanischer Art und beruht darauf, dass diese die Neigung zeigt in ihren Poren schleimige, zähe, ölige Körper aufzunehmen, während nach Lowitz die Erscheinung chemischer Natur ist, welche Auffassung er noch im Jahre 1800 energisch vertheidigte. Crell, der den Untersuchungen über diesen Gegenstand mit grossem Interesse folgte, schrieb an Gadolin: „Ihre Idée, die Kohlen auf die Bereitung des Salpeters anzuwenden, ist sehr gut, weil sie dem gemeinem Wesen so nützlich ist; am besondersten ist, dass nur so wenig Kohle erforderlich ist. Überhaupt, nach einer neuerlichen Abhandlung des Hrn Lowitz, sind alle die Einwürfe gegen die dephlogistisirende Kraft der Kohlen widerlegt.“ In seinen späteren Vorlesungen hat Gadolin, beim Besprechen dieser Eigenschaft der Kohle, ihre Anwendung zur Wasserreinigung empfohlen.

Im Jahre 1788 hatte Capitain Arrhenius im Feldspathbruch bei Ytterby in Roslagen unweit Waxholms ein schwarzes Mineral gefunden, dessen Eigenschaften von Geijer und Rinman beschrieben worden waren. Eine kleine Menge dieser Steinart wurde zur Verfügung Gadolins gestellt und von ihm in den Jahren 1792 und 1793 chemisch näher untersucht [3]). Er fand dabei, dass das Mineral ausser Kieselsäure, Eisenoxyd und Alaunerde (Tonerde) eine grosse Menge einer Erdart enthielt, die in einigen Hinsichten der Tonerde, in anderen der Kalkerde ähnlich war. In ihren Eigenschaften zeigte sie jedoch bedeutende Abweichungen sowohl von diesen als den übrigen damals gekannten Erdarten. Ihr Verhalten bei den Löthrohrproben sowie in Bezug auf Säuren und Fällungsmittel führte zu dem Schluss, dass hier eine neue einfache Erdart vorliege. Die Bestimmung der qvantitativen Zusammensetzung des Minerals ergab folgendes Resultat: Kieselerde 31 %, Eisenoxyd 12 %, Tonerde 19 % und von der neuen Erdart 38 %. Gadolin spricht sich inzwischen mit der grössten Vorsicht über seine Entdeckung aus, weil der Vorrat des Minerals, das er bei seiner Untersuchung angewandt hatte,

---

[1]) Crells chem. Annal. 1786. I, 293; 1788 II, 36, 313.
[2]) Kongl. Sv. Vet. Acad. handl. 1791. S. 24—39; Crells chem. Annal. 1791. I. S. 518—535.
[3]) Kongl. Sv. Vet. Acad. handl. 1794. S. 137—155; Crells chem. Annal. 1796. I. S. 313—329.

sehr klein war, und weil er der Ansicht war „dass die Wissenschaft viel mehr gewinnen würde, wenn die mehreren neuerlich von den Scheidekünstlern beschriebenen neuen Erdarten in einfachere Bestandteile zerlegt werden könnten, als wenn die Zahl der neuen einfachen Erdarten noch vergrössert wird". In einem Briefe an den Sekretär der schwedischen Academie der Wissenschaften J. C. WILCKE spricht er den Gedanken aus, dass die neue Erdart möglicherweise mit der von KLAPROTH einige Jahre vorher entdeckten Zirkonerde identisch sein könnte, von welcher Gadolin nur unvollständige Kenntnis hatte. Er äussert sich darüber folgender Weise: „Wenn die Ytterbyerdart mit der Zirkonerde identisch wäre, so wäre schon vieles gewonnen, weil es meines Erachtens fatal aussieht, wenn jede der neuen Erdarten nur an einem einzigen Ort und in einer einzigen Steinart zu finden wäre."

Diese Entdeckung Gadolins wurde inzwischen von EKEBERG bestätigt, der im Jahre 1797 die Resultate einer neuen Untersuchung über das Mineral mitteilte, die mit derjenigen Gadolins übereinstimmte, abgesehen davon, dass die Analyse ein anderes Resultat in Bezug auf das Verhältnis zwischen den einzelnen Bestandteilen des Minerals gegeben hatte.

Die neue Erdart wurde von EKEBERG *Yttererde* und das Mineral Yttersten genannt. Von den deutschen Chemikern und Mineralogen wurde die Erdart Gadolinerde und das Ytterbymineral Gadolinit genannt. Die Erdart behielt jedoch den von EKEBERG gegebenen Namen und die Benennung des daselbst vorhandenen Metalls wurde *Yttrium* genannt, während das Mineral den Namen *Gadolinit* erhielt.

Das Gadolinit und einige andere später gefundene verwandte Minerale sind den neuen seltenen Erdmetallen wahre Fundgruben geworden. Im Jahre 1819 fand BERZELIUS, dass die rohe Yttererde nebst Beryllerde ein wenig Ceroxyd enthält. Zu derselben Zeit zeigte auch MOSANDER durch sehr genaue Untersuchungen im Gadolinit das Vorhandensein von Lanthanoxyd und Didymoxyd. Im Jahre 1843 schloss dieser Forscher aus seinen Untersuchungen, dass das Metall Yttrium immer mit zwei anderen Metallen zusammen vorkomme, die er nach den 5 und 4 letzten Buchstaben in dem Namen Ytterby Terbium und Erbium nannte. Beide haben sich bei erneuerten Untersuchungen als eigentümliche Elemente erwiesen.

Das Gadolinit hat nach der Analyse von KÖNIGS folgende Zusammensetzung:

Kieselsäure	22,61
Yttriumoxyd	34,64
Ceroxyd	2,86
Erbiumoxyd	2,93
Didymoxyd	8,38
Lanthanoxyd	3,21
Eisenoxyd	4,73
Eisenoxydul	9,76

Berylliumoxyd	6,96
Calcium-, Magnesium- u. Natriumoxyd	1,86
Wasser	1,93
Summa	99,37

Gadolins Entdeckung von der Yttererde ist folglich der Ausgangspunkt einer ganzen Reihe späterer Entdeckungen neuer Erdmetalle gewesen. Sein Name ist der erste, dem man in der Geschichte der seltenen Erdmetalle begegnet, welche ein Gebiet der anorganischen Chemie bilden, das mit besonderer Vorliebe bearbeitet worden ist. Es ist deshalb auch gebührend, dass der Name des finnländischen Forschers hier dauernd befestigt worden ist. Einem aus dem Mineral Samarskit dargestellten neuen Metalle hat der Entdecker Marignac den Namen *Gadolinium* gegeben, eine alleinstehende Auszeichnung, da das Gadolinium das einzige von allen Elementen ist, das nach einer Person genannt worden ist.

Von grossem Interesse ist die Untersuchung Gadolins über die Fällbarkeit des Kiesels (der Kieselsäure) aus alkalischen Lösungen durch Kalk [1]). Dieser Stoff wurde bekanntlich zu den Erdarten (Kieselerde) gerechnet. Dass er aus seinen alkalischen Lösungen von Säuren niedergeschlagen wird, war durch die Untersuchungen Potts, Beaumés u. a. bekannt. Im Jahre 1790 beobachtete Stucke [2]), dass derartige Lösungen auch von Kalk gefällt werden, wobei sowohl der Kiesel als der Kalk in dem Niederschlage vorhanden ist. Er vermutet, dass die Erscheinung darauf beruhe, dass der Kalk die Kohlensäure aus dem Alkali zu sich ziehe, welches dagegen vom Kalk eine gewisse Qvantität Wärme erhält, und dadurch seine Fähigkeit verliert den Kiesel im aufgelösten Zustande zu behalten. Gadolin hebt hervor, dass die Erklärung Stuckes schon deshalb nicht haltbar sein könne, da kaustisches Alkali dem Kiesel ein besseres Lösungsmittel sei als dessen kohlensaures Salz.

Gadolin unterwarf die Erscheinung einer eingehenden Untersuchung und fand, dass die Anziehung zwischen der Kieselerde und dem Kalk so stark ist, dass dieser jene aus ihrer Lösung im Alkali zu ziehen und sich selbst damit zu verbinden vermag, sowie dass die Kalkmenge, die eine gegebene Menge Kiesel zu seiner Fällung erfordert, konstant ist. Im Zusammenhang mit dieser Untersuchung hebt Gadolin hervor, dass eine gegenseitige Anziehungskraft zwischen den verschiedenen Erdarten vorhanden sein müsse. Dafür sprechen die starken Bande, mit denen die einzelnen Erdarten in den Mineralien mit einander verbunden sind, sowie die bestimmten Proportionen zwischen den Bestandteilen, die bei den meisten Steinarten vom selben Genus vorhanden sind. Dafür spricht auch der Umstand, dass die Krystallform nicht selten bei nahe verwandten Mineralien

---

[1]) De silica et solutione alkalina per calcem precipitata. Dissert Åbo. 1798; Allg. Journal d. Chemie v. Scheerer. Bd. 7 (1801). S. 31—44.

[2]) Crells chem. Ann. 1790 I, 419.

unveränderlich ist, bei verschiedenen Mineralien aber verschieden. Dies weist darauf hin, dass die einzelnen Teile mit einander verbunden sind, und dass die Form des Minerals von der Natur der einfachen Erdarten und den Proportionen zwischen denselben abhängig ist. Dass diese in den Steinarten mit einander verbunden sind, scheint ihm auch daraus hervorzugehen, dass die Minerale schmelzbar sind, eine Eigenschaft, die die einfachen Erdarten an sich nicht besitzen.

Besonders richtete Gadolin die Aufmerksamkeit darauf, dass die Anziehung des Kalks zur Kieselerde grösser sei als die Anziehung zu irgend einer anderen Erdart, eine Auffassung, die schon eine Andeutung von der sauren Natur der Kieselerde enthält. In einer späteren Abhandlung [1]) spricht Gadolin die Ansicht aus, dass der Kiesel lieber zu den Säuren als zu den Erdarten gerechnet werden müsse, eine Auffassung, die geltend wurde, nachdem SMITHSON und gleichzeitig mit ihm BERZELIUS (1811) die saure Natur des Kiesels völlig bewiesen hatten.

Wie in mehreren seiner Abhandluungen spricht Gadolin auch in dieser eine Auffassung über die Zusammensetzung der Körper aus, die es zeigt, dass er sich schon früh eine bestimmte Vorstellung von dem Streben der Körper sich mit einander in bestimmten Proportionen zu verbinden gemacht hatte.

Die übrigen zu dieser Zeit ausgeführten experimentell-chemischen Untersuchungen Gadolins beabsichtigten die Lösung verschiedener technischer Fragen. Folgende Abhandlungen gehören hierher: „Beschreibung eines verbesserten Abkühlungsapparats für Branntweinbrennereien“ [2]), in welcher Abhandlung er auch die Resultate seiner Bestimmung der latenten Wärme des Wasserdampfs mitteilt, „Über die Bestandteile des Weingeistes und die Unreinigkeiten des Kornbranntweins“ [3]), Untersuchungen die aus einem Vorschlag das schwedische Kornbranntwein vom brandigen Geruch und Geschmack durch Schwefelsäure zu befreien veranlasst waren, und „Über die Wirkung der Flüsse beim Probieren der Eisenerze durch Schmelzung“ [4]). In der letzgenannten Abhandlung beschreibt er 75 mit verschiedenen Flussmitteln und deren Mischungen ausgeführten Schmelzungsversuche, aus denen allgemeine Schlussfolgerungen in metallurgischer Hinsicht gezogen werden.

Aus den späteren Jahren Gadolins sind einige analytische Untersuchungen zu verzeichnen. Im Jahre 1810 unterzog er die weisse Metallegierung (Weisskupfer), die unter dem Namen Pack-tong in China zu Hausgeräten verwendet wird, einer genauen Analyse [5]). Er vermutete, dass darin ein neues Metall vorhanden sei. Dies war jedoch nicht der Fall, denn die Legierung zeigte sich hauptsächlich aus Kupfer und Nickel

---

[1]) De nomenclatura salium. Diss. 1807. S. 24.
[2]) Kongl. Sv. Vet. Acad. handl. 1791. S. 193–213.
[3]) Crells chem. Ann. 1794. I. S. 158—177.
[4]) Dissert. Åbo 1794; Crells chem. Ann. 1796 II. S. 280—288, 304–324, 385–393.
[5]) Diss. chem. de cupro-albo Sinensi. Åbo 1810.

zusammengesetzt. Später [1]) kam er zu demselben Gegenstand zurück und berichtete zugleich über eine gleichfalls in China angewendete Mischung von Weisskupfer und Zink, die das später in Europa allgemein zur Anwendung gekommene Neusilber war.

Die einzigen Mineralanalysen, die Gadolin, abgesehen von der Ytterbysteinart, veröffentlichte, betrafen zwei Minerale aus den Gruben bei Orijärvi. Das eine war ein blaues Dikroit, das Gadolin als eine neue Species betrachtete und nach seinem Entdecker, dem an mineralogischen Studien interessirten damaligen Generalguvernör Finnlands Steinheil, Steinheilit nannte [2]). Das zweite war ein Granat [3]).

Das Interesse an den grossen theoretischen Fragen in der Chemie blieb bei Gadolin stets rege. Auch während der späteren Periode seiner Tätigkeit als Universitätslehrer waren diese der Gegenstand seiner Studien und seiner Forschung, obgleich er von den Fortschritten und der allgemeinen Entwickelung auf diesem Gebiete nunmehr recht unberührt blieb.

Nachdem die Anschauungsweise, die Lavoisier in die Chemie eingeführt hatte, mit dem Sieg abgegangen war, und die Verteidiger der alten Phlogistonlehre still geworden waren, traten etwa um die Jahrhundertwende andere theoretische Fragen in den Vordergrund. Unter ihnen zog vor allem die Lehre von der chemischen Affinität und den Gewichtsverhältnissen, in denen die Körper sich mit einander verbinden, die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich. Das dunkle und verwickelte Problem der chemischen Anziehungen hatte die Chemiker während des späteren Teils der phlogistischen Periode lebhaft beschäftigt und die Lehre von den Affinitäten der Körper war besonders von Bergman entwickelt worden. Lavoisier hatte diese Lehre beinahe unverändert in sein System aufgenommen. In Bezug auf die qvantitativen Verbindungsverhältnisse zwischen den Körpern oder den verschiedenen Bestandteilen in den Verbindungen, war noch kein eigentlicher Meinungsaustausch zu Lebzeiten Lavoisiers und zu der Zeit nach seinem Tode entstanden. Die Auffassung von einer gewissen Unveränderlichkeit in den qvantitativen Zusammensetzungsverhältnissen der Körper war zwar ausgesprochen worden und wie aus dem Bericht über Gadolins experimentelle Arbeiten hervorgeht, huldigte er, in Bezug auf gewisse Stoffkombinationen, Ansichten, die nach dieser Richtung gingen. Eine allgemeinere Aufmerksamkeit gewann aber die Frage erst nachdem Proust im Jahre 1799 durch genaue Untersuchungen das Vorhandensein von konstanten Proportionen in der Zusammensetzung chemischer Verbindungen zu bestätigen glaubte. Die Richtigkeit von dieser Auffassung wurde von Berthollet bestritten, der es zu zeigen suchte, dass die konstanten Proportionen zwischen den Bestandteilen in den chemischen Verbindungen

---

[1]) Nova acta soc. sc. Upsal. IX (1827). S. 137—157.

[2]) Mém. de l'acad. des sciences St. Petersb. VI (1818), S. 565—592; Schweiggers Journ. XXV (1819). S 478—498.

[3]) Dissert. Åbo 1819.

nicht die Regel seien, sondern dass die Gewichtsverhältnisse je nach den relativen Stoffmassen wechseln, die bei den Verbindungen auf einander eingewirkt haben. Zwischen diesen Forschern entwickelte sich nun ein Streit, der für die Wissenschaft ausserordentlich wichtig und fruchtbringend gewesen ist und aus dem PROUST wesentlich mit dem Sieg abging. Im Zusammenhang damit unterzog BERTHOLLET die Lehre von der chemischen Affinität einer Revision, die zu wichtigen Ergebnissen führte. Gleichzeitig war DALTON mit denjenigen Forschungen beschäftigt, die ihn zum Aufstellen der atomistischen Theorie veranlassten, während DAVY die Einwirkung der galvanischen Ströme auf chemische Verbindungen untersuchte. Durch die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurde die Auffassung LAVOISIERS von der Zusammensetzung der Alkalien und der Natur der Säuren berichtigt und DAVY wurde zum Aufstellen seiner elektrochemischen Theorie veranlasst. Indem er von den Resultaten dieser Untersuchungen sowie von den von RICHTER und WENZEL früher ausgeführten aber nicht genügend beachteten Forschungen in Bezug auf die Äquivalentverhältnisse der Säuren und Basen ausging, lieferte BERZELIUS einige Jahre später durch seine epochemachenden Arbeiten über die chemischen Proportionen den Sätzen DALTONS die endgültigen experimentellen Beweise. Er stellte zugleich eine neue elektrochemische Theorie auf, die bald von der Wissenschaft allgemein angenommen wurde.

Die Tätigkeit GADOLINS, die während dieser Zeit auf die Klarlegung der genannten theoretischen Fragen gerichtet war, hat zwar keinen Einfluss auf die Gestaltung dieser Fragen ausgeübt, die Ansichten aber, die er hinsichtlich derselben in seinen Schriften ausgesprochen hat, sind indessen in ihrem geschichtlichen Zusammenhang vom Interesse und in hohem Grade dazu geeignet seinen wissenschaftlichen Character zu beleuchten. Eine Abhandlung, die in den Abhandlungen der Petersburger Academie der Wissenschaften (1816) erschien [1]) *„De limitatibus in salium compositione proportionibus“* und fünfzig Thesen, die er zu seinem *„Historia doctrinae de affinitatibus chemicis“* [2]) (1818—1819) fügte, kommen hierbei zunächst in Betracht.

Den Begriff chemische Verbindungen fasst Gadolin ziemlich weit. Er rechnet zu ihnen alle diejenigen homogenen Körper, die von mehreren verschiedenen Stoffen zusammengesetzt sind, und er kann folglich die Lehre von den chemischen Proportionen, wie PROUST sie formulirt hatte, nicht als allgemein gültig betrachten. Die Divergenz zwischen BERTHOLLET und PROUST bestand, seiner Ansicht nach, mehr in Worten als in Tatsachen, da ja ein jeder es annahm, dass durch die Verbindung verschiedener Stoffe Producte mit konstanter Zusammensetzung entstehen könnten. Die Ursache zu den bestimmten Proportionen besteht nach ihm darin, dass der Zusammenhang zwischen den verschiedenen Bestandteilen der Partikeln in Übereinstimmung mit derjenigen Form bestimmt wird, welche die Producte besonders anzunehmen geneigt sind. Als Beispiele chemischer Verbindungen in unbestimmten Proportionen führt er die Metallegierungen

[1]) Mém. de l'acad. d. sc. St. Petersb. VI, 596—659.
[2]) Erschienen in Form von 15 Dissertationen. Åbo 1815–1819.

und die Stoffe an, die durch das Zusammenschmelzen der Metallsulfide mit Schwefel dargestellt werden. In derselben Weise findet er, dass, wenn man zu einer Lösung von irgend einer Säure eine kleine Menge von einer Basis fügt, diese von der ganzen Menge des Wassers und der Säure auf dieselbe Weise aufgenommen, wie eine bestimmte Menge der Basis von der Säure gebunden wird. Auch bei der Behandlung der Lösungen gewisser Metallsalze mit Oxydationsmitteln glaubt er, dass der Oxydationsgrad der Metalle allmählich und, von einem Minimum bis zu einem Maximum, völlig unbestimmt zunimmt, wenn die Flüssigkeit gleichförmig bleibt. In Bezug auf die Arbeiten Berzelius', über die Gewichtsverhältnisse, in denen die anorganischen Körper sich mit einander verbinden, sucht Gadolin es zu zeigen, dass man sie nicht ganz so zu deuten braucht wie dieser es getan hat.

In Bezug auf die innere Konstitution der Körper findet Gadolin es sehr wahrscheinlich, dass alle Körper chemisch zusammengesetzt seien, obgleich man nicht immer davon durch die chemische Analyse Kenntnis gewonnen hat. Der Unterschied zwischen „einfachen" und „zusammengesetzten" Körpern würde demnach nur darin bestehen, dass bei jenen der Zusammenhang zwischen den wägbaren Teilen ausserordentlich stark wäre, und die Kräfte, von denen die verschiedenen Eigenschaften der Teile vor ihrer Verbindung bedingt wären, in höchstem Grade zurückgetreten, während bei den „zusammengestetzen" Körpern diese Eigenschaften noch zum Teil merkbar wären. Die äussere Form der letztgenannten Körper wäre von der Form der kleinsten Teile der Bestandteile abhängig. Diese kleinsten Teile wären übrigens mit den Eigenschaften begabt, die wir bei grösseren Massen der Körper vorfinden, und bei den zusammengesetzten Körpern wären die kleinsten Teile der verschiedenen Stoffe neben einander gelagert.

Die chemischen Umsetzungen und die chemischen Erscheinungen sucht Gadolin auf folgende Weise zu erklären. In allen Körpern giebt es verborgene elektrische Kräfte, die sich entweder als unveränderte Elektricität, als Licht oder als Wärme zeigen können. Bei der Entladung der entgegengesetzten Elektricitäten heben diese einander nicht auf, sondern verändern nur die Form, so dass sie sich später als Licht, Wärme oder chemische Wahlverwandtschaft offenbaren. Umgekehrt erhält man die beiden Arten von Elektricität durch die Auflösung von Licht und Wärme, wenn nur solche Stoffe vorhanden sind, die sie aufnehmen können. Die in den Körpern vorhandene Elektricität wird bisweilen, wenn zwei Körper sich einander nähern, zum Teil freigemacht, und von dazu geeigneten Stoffen abgeleitet. Derartige Verluste von Elektricität sind jedoch unbeständig und werden stets von der angrenzenden Wärme oder der freien Elektricität kompensiert, wenn die Körper keine andere Veränderung erleiden. Diejenigen Körper, die sich durch Verbindung mit einander verändern, haben einen Teil ihrer eigenen Elektricität verloren, behalten aber um so fester die noch rückständige, durch welche ihre gegenseitige Verbindung zustandekommt. Eine chemische Verbindung entsteht folglich durch zwei gleichzeitig wirkende Ursachen, die rückständige Elektricität, die die eigentliche chemische Affinität ausmacht, und die Kraft, mit welcher die bei der Vereinigung befreiten Elektricitäten sich gegenseitig anziehen, indem sie sich als Licht und Wärme von den wägbaren Stoffen abscheiden. Zwei Körper besitzen deshalb eine um so grössere

Affinität zu einander je grösser die Mengen von den entgegengesetzten Elektricitäten sind, welche sie nach der Vereinigung behalten können; sie sättigen einander, wenn ein völliges Gleichgewicht zwischen ihnen eintritt. Die freigemachten und die zurückbleibenden Elektricitätsmengen können mit der freien und der latenten Wärme verglichen werden, wie sie auch in Analogie damit bei verschiedenen Körpern verschieden sind.

Die Zersetzung der chemischen Verbindungen durch Elektricität fasst Gadolin auf die Weise auf, dass die bei den verschiedenen Polen abgeschiedenen Körper mit der Elektricität des betreffenden Pols geladen sind, und demgemäss die negative Elektricität bei den brennbaren Körpern im allgemeinen vorherrschend ist, obgleich bei ihnen noch eine geringe Menge positiver Elektricität vorhanden ist, was aus denjenigen Feuerphänomenen hervorgeht, welche die Vereinigung zweier brennbaren Körper mit einander begleiten. Die brennbaren Körper werden durch die Oxydation basisch, neutral oder sauer, in dem Masse wie die positive Elektricität die negative verdrängt, bis sie schliesslich überwiegend wird. Weiter hat es die Erfahrung gezeigt, dass brennbare Körper am stärksten in denjenigen Gewichtsverhältnissen mit einander verbunden, in denen sie, nach der Oxydation der beiden Radikale, in neutralen Salzen vorhanden sind. In beiden Fällen müssen deshalb dieselben Verhältnisse zwischen den entgegengesetzten Elektricitäten vorhanden sein. Die Ursache zu der Affinität zwischen den Bestandteilen der Salze liegt folglich wesentlich an den Radikalen selbst, und Gadolin macht davon eine wichtige Anwendung in Bezug auf die Theorie der Salze. Da die Radikale der Säure und der Basis sich gegenseitig sättigen, kann er dieselben als solche unberücksichtigt lassen und hat nur den Einfluss zu beachten, den der Sauerstoff ausübt. Hierbei geht er von RITTERS Untersuchungen über die Zersetzung des Wassers durch den elektrischen Strom aus, die diesen Forscher zu der Annahme führten, dass Sauerstoff und Wasserstoff nichts anderes seien als reines Wasser mit positiver oder negativer Elektricität geladen. Bei der Analyse erhielt man aus einer gegebenen Menge Wasser 7,5 Teile als Sauerstoffgas und 1 Teil als Wasserstoffgas. Bei einer derartigen Zersetzung der Salze tritt die Säure bei dem positiven und die Basis bei dem negativen Pole hervor. Wenn nun das Vermögen einer Säure sich mit einer Basis zu verbinden und umgekehrt ausschliesslich auf der Elektricität des Sauerstoffgases bezw. des Wasserstoffgases beruhte, so würde daraus folgen, dass die Säure 7,5 mal mehr als die Basis von „Halomeleogenium“ enthalten müsste, womit Gadolin das teils als Sauerstoff teils als Wasserstoff in den Verbindungen vorhandene Wasser bezeichnet. Da dies jedoch nicht der Fall ist, so muss man es annehmen, dass die Elektricitäten in der Basis mit einander gemischt sind, wodurch ein anderes Sättigungsverhältnis entsteht, das dadurch bestimmt wird, dass in der Säure und Basis zusammen 7,5 Teile Wasser mit positiver Elektricität geladen (Sauerstoff) auf 1 Teil Wasser mit negativer Elektricität geladen (Wasserstoff) vorhanden ist. Diese Daten nebst dem durch Analysen gefundenen Verhältnis zwischen den Bestandteilen in neutralen Salzen, sowie die Zunahme des Gewichts, welche die Radikale der Säure und der Basis durch die Verbindung mit Halomeleogenium erhalten, ermöglichten es ihm, das Verhältnis zwischen den Elektricitäten in Säuren und Basen zu berechnen. Auf Grund einiger Salze der bekanntesten Säuren betrachtet er das

Verhältnis zwischen dem Halomeleogenium in der Säure und der Basis als 2 : 1 und erhält folglich die Relation zwischen Sauerstoff und Wasserstoff bei den Säuren = 1,9 : 0,1 und bei den Basen = 0,747 : 0,283 oder resp. 19 : 1 und 3 : 1. Bei dem Versuch dieses Schema auch auf andere Säuren anzuwenden gerieht er indessen in das Gebiet der leeren Hypothesen.

Am Schluss seiner Abhandlung über die konstanten Proportionen in der Zusammensetzung der Salze stellt er Tabellen auf über die procentische Zusammensetzung von 22 Säuren und 30 Basen, sowie über die relativen Gewichtsmengen der Basen (Halomeleogenium = 1), die gegenseitig neutrale Salze bilden, d. h. über die Äqvivalentgewichte der Säuren und Basen.

Über die Konstitution der Salze äussert er sich in der Einleitung seines im Jahre 1827 veröffentlichten mineralogischen Systems nach der Richtung hin, dass Säuren und Basen an sich nicht in den Salzen vorhanden seien, sondern dass sie aus denselben aufs neue erzeugt, wenn sie durch Einwirkung der Elektricitäten freigemacht werden. Säuren und Basen enthalten nämlich immer in freiem Zustande Wasser, wesbalb die als Bestandteile in den Salzen bezeichneten Gewichtsmengen der Säure und Basis nicht die ganze entsprechende Qvantität freier Basis und freier Säure ausmachen, sondern imaginäre Stoffe sind. Die Bestandteile der Salze sind Säuren und Basen, die des ihrem Dasein in freiem Zustande nötigen Wassers beraubt sind, welches sie bei der Abscheidung aus den Salzen wieder aufnehmen.

Gadolin ist in seiner oben in deren Hauptzügen ausgeführten Theorie dem Wege gefolgt, den Davy zuerst in der Chemie betrat, und man findet darin manche Spuren sowohl von den Lehren dieses Forschers als auch von den früheren Ansichten Berzelius'. Davy hatte im Jahre 1812 hervorgehoben, dass die chemischen und die elektrischen Erscheinungen verschiedene Phänomene seien, von derselben Kraft aber bewirkt, in einem Falle auf die Massen, im anderen auf die kleinsten Teile der Körper wirkend. Berzelius, der in demselben Jahre einen bestimmten Unterschied zwischen der elektrischen Kraft und der chemischen Affinität machte, fasste im Jahre 1818, in dem er sein System in dessen voller Ausbildung veröffentlichte, seine Ansicht in folgenden Worten zusammen: „Chemische Affinität mit allen Wechslungen derselben ist nicht anders als der Effekt der elektrischen Polarität der Partikeln; die Elektricität ist primum agens bei jeder chemischen Wirkung, ist der Urheber des Lichtes und der Wärme". Ein Vergleich zwischen den Theorien Berzelius und denen Gadolins zeigt folglich, dass sie beide auf demselben Grundgedanken über die Beziehungen der Elektricität und der chemischen Affintät zu einander ruhten. Gadolins Theorie, obgleich weit unvollständiger als die Berzelius', ist die ältere, woraus ersichtlich ist, dass Gadolin selbständig zu seinen Ansichten gekommen war. Seine Theorie ist einer der Vorläufer zu Berzelius' in der Entwickelung der Chemie so bedeutungsvollem System.

Die von Gadolin ausgesprochenen Ansichten fanden jedoch keine Beachtung. Der Grund dazu lag wohl zunächst darin, dass sie zum grossen Teil in den obenerwähnten Thesen ausgesprochen wurden, die nie eine grössere Öffentlichkeit gewonnen haben und ausserdem viel zu aforistisch abgefasst sind, um eine klare Übersicht von seiner Anschau-

ungsweise zu geben. Der Umstand, dass Gadolin sich an die damals schon verlassene Theorie RITTERS von dem Sauerstoff und Wasserstoff als ein mit verschiedenen Elektricitäten geladenes Wasser anschloss, und dass er in seiner Abhandlung von den Proportionen in der Zusammensetzung der Salze dieselbe ausführlich behandelte, war vielleicht auch dazu geeignet, das Originelle und Beachtenswerte in seiner Theorie zu verbergen.

Gleichzeitig als Gadolin also seine theoretischen Ansichten ausführlich klarlegte, beschäftigte er sich mit einer geschichtlichen Darstellung der Entwickelung der chemischen Affinitätslehre, welches Werk in einer Reihe von 15 Dissertationen (1815—1819) erschien. Gadolin teilte die Entwickelungsgeschichte dieser Lehre in vier Perioden ein, die erste die Bemühungen die einfache Ordnung der Affinitäten zu bestimmen (GEOFFROY, BERGMAN u. a.), die zweite die Versuche die Grösse derselben noch zu finden (WENZEL, RICHTER, KIRWAN u. a.), die dritte die Lehre BERTHOLLETS und die vierte die elektrochemischen Theorien umfassend. Dieses gross angelegte Werk wurde aber nie beendigt. Nur die zwei ersten Perioden wurden behandelt. Mit der grössten Genauigkeit und Ausführlichkeit setzt er hier die Auffassung der verschiedenen Forscher verschiedener Zeiten hinsichtlich der Erscheinungen der Affinität auseinander. Dieses Werk bildet eine wertvolle Materialiensammlung für die Quellenforschung in diesem Teile der Geschichte der Chemie.

Die Mineralanalyse war am Anfang des Jahrhunderts ein lebhaft bearbeitetes Gebiet und auch GADOLIN hatte, wie aus dem Vorhergehenden hervorgeht, einige Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung von der in Finnland gefundenen Mineralien geliefert. Sein Schüler und später sein Nachfolger als Professor der Chemie, P. A. VON BONSDORFF, widmete anfangs diesem Gebiete den Hauptteil seiner Forschung. Das reichliche Material, das bei diesen Arbeiten gesammelt worden war, veranlasste zu der Aufstellung verschiedener chemischer Mineralsysteme, von denen dasjenige von BERZELIUS das vorzüglichste war. Auch Gadolin beschäftigte sich mit dieser Aufgabe und stellte ein chemisches Mineralsystem auf, das er im Jahre 1823 als einen „Index“ über die Mineralien veröffentlichte, und später (1825) vollständig in einer in Berlin erschienenen Abhandlung „*Systema fossilium analysibus chemicis examinatorum secundum partium constitutivarum rationes ordinatorum*“ publicirte. Eine neue vermehrte Auflage von seinem „Index“ erschien im Jahre 1827.

Der Grundgedanke dieses Systems war, dass ein Bestandteil eines Minerals für dasselbe eine um so grössere Bedeutung hat, je grössere Mengen davon das Mineral enthält. Diese Voraussetzung war aber, wie schon BERGMAN gezeigt hatte, nicht richtig. Die Äqvivalentlehre sowie auch die allgemein huldigte Ansicht, dass die Bedeutung oxydirter Stoffe für ein Mineral in direktem Verhältnis zu der in dem Radikale gebundenen Sauerstoffmenge stehen würde, boten dem System zwei weitere Ausgangspunkte dar. Nach dem Verhalten der Mineralien in diesen Hinsichten ordnete Gadolin sie in drei Reihen, um auf diese Weise, unabhängig von allen vorher aufgestellten Theorien über die Konstitution der Mineralien, ein möglichst treues Bild von ihrem chemischen Verhalten zu geben. In der ersten Reihe werden die Mineralien in Familien eingeteilt,

je nach dem Stoff, von dem sie die grösste Menge enthalten. In der zweiten sind die Mineralien nach ihren Äqvivalentverhältnissen klassificirt, indem die Familie von dem Stoffe bestimmt wird, der in der höchsten Äqvivalentzahl darin vorhanden ist. Die dritte Periode umfasst alle sauerstoffhaltigen Mineralien, die in Familien nach dem Prinzip geordnet sind, dass die Familie von demjenigen Stoffe bestimmt wird, der im Mineral mit den meisten Sauerstoffäqvivalenten vereinigt ist. Von der von MITSCHERLICH 1819 gemachten, für die Mineralogie so bedeutungsvollen Entdeckung des Isomorphismus machte er für sein System keinen Gebrauch.

Dieses letzte grössere Werk Gadolins, dessen Ausarbeitung er mehrere Jahre widmete, ist wenig beachtet worden und hat keine Anwendung gefunden. Irgend eine grössere Bedeutung kann demselben auch nicht zuerkannt werden.

Vorlesungen.

Gadolin war nur 25 Jahre alt, als er seine Tätigkeit als Universitätslehrer begann. Diese dauerte bis zu seinem 62:ten Jahre fort, in welchem er emeritirt wurde. Seine Vorlesungen während dieser 37 Jahre umfassenden Zeit sind von ihm selbst geschrieben aufbewahrt, obgleich zum Teil nur unvollständig und in Bruchstücken. Wie seine Schriften, liefern sie uns einen Beweis von seiner streng induktiven Begabung und seinem klaren koncisen Gedanken und gewähren uns einen guten Einblick in seine eigene wissenschaftliche Entwickelung in diesen Jahrzehnten, die für die Geschichte der Chemie so ausserordentlich wichtig waren.

Schon bevor er zum a. o. Professor der Chemie an der Universität ernannt worden war, war er im Frühling des Jahres 1785 verordnet worden, während der Erkrankung des Professors der Oekonomie Kreander über diesen Gegenstand Vorlesungen zu halten. Diese Vorlesungen enthalten wesentlich eine Darstellung der Anwendungen der Chemie auf die Gewerbe und den Ackerbau. Er setzt die natürlichen Rohmaterialien, ihre Ausbeutung, Zusammensetzung, Eigenschaften und Bearbeitung auseinander. Besonders ausführlich behandelt er die Lehre von der Pflanzennahrung und den chemischen Grundlagen des Ackerbaus.

Im selben Jahre begann er seine chemischen Vorlesungen, die er mit folgenden Worten einleitet: „Seitdem es mir obliegt bei öffentlichen Vorlesungen irgend einen Gegenstand zu erklären, habe ich keine Bedenken tragen können zuerst diejenige Wissenschaft zu wählen, die mir das grösste Vergnügen macht, d. h. die Chemie.“ Davon abgesehen, dass er zuweilen über mineralogische Gegenstände las, gehören seine Vorlesungen, wenigsten diejenigen, die aufbewahrt sind, dem Gebiete der reinen Chemie an. Sie umfassen zum Teil das ganze Lehrgebiet dieser Wissenschaft, zum Teil behandeln sie mit grösserer Genauigkeit einige einzelne Teile derselben, wie z. B. die brennbaren Körper (*Corpora inflammabilia*), die Halurgie oder die Lehre von den Salzen im weitesten Sinn und die Metallologie. Sehr ausführlich behandelt er auch die vegetabilischen und animalischen Stoffe.

In seinen ersten Vorlesungen, wendet Gadolin völlig das phlogistische System an. Über das Phlogiston spricht er sich folgender Weise aus: „Das Phlogiston denkt man sich als die feinste Fettigkeit. Es ist in allen drei Reichen der Natur in grösserer Fülle als irgend ein anderer Stoff vorhanden. Die mineralischen Salze scheinen am wenigsten davon zu enthalten. Das Phlogiston ist so subtil, dass man es nicht in einem Gefässe aufbewahren kann, deshalb muss man analogice raisonieren. Die Gegenwart des Phlogistons veranlasst meistenteils eine Flüssigkeit bei den Körpern."

Bei der Behandlung derphlogisticierten Stoffe, zunächst der phlogisticierten Säuren, geht er von den phlogistonärmsten Körpern (den am höchsten oxydierten), folglich von der Schwefel-, Salpeter- und Phosphorsäure, aus, und beschreibt dann diejenigen Körper, die man durch Phlogisticierung (Reduktion) aus ihnen darstellen kann. Unter Schwefelsäure behandelt er also phlogisticierte Schwefelsäure (schweflige Säure), Schwefel, Hepar (Schwefelalkalien), Aër hepaticus (Schwefelwasserstoff); unter Salpetersäure berichtet er über die phlogisticierte Salpetersäure (Stickstoffperoxyd) und Salpeterluft (Stickstoffoxyd) und unter Phosphorsäure beschreibt er den Phosphor. Wie sehr Gadolin sich schon zu dieser Zeit für das Gebiet der pneumatischen Chemie interessierte, geht aus dem Umstande hervor, dass er hier im Zusammenhange mit der Salpeterluft ausführlich über die Anwendung derselben bei den Eudiometerversuchen berichtet, die die volumetrische Zusammensetzung der Luft und die grössere oder geringere Reinheit derselben zu erforschen bezweckten. Die ersten Versuche nach dieser Richtung waren im Jahre 1775 von Fontana und Landriani ausgeführt worden.

Aus den Vorlesungen, die Gadolin in den Jahren 1790 und 1792 über „*corpora inflammabilia*" hielt, geht noch deutlicher als aus seinen Schriften hervor, dass er seine Auffassung in Bezug auf die Verbrennung und die damit zusammenhängenden Erscheinungen in den vorhergehenden Jahren wesentlich verändert hatte, und dass er sich schon zu dieser Zeit geneigt fühlte, die neue Anschauungsweise zur Erklärung der chemischen Vorgänge anzuwenden, obgleich er sich derselben nicht endgültig anschloss. Einige seiner Auslegungen, die er zu dieser Zeit der wissenschaftlichen Umschwung in seinen Vorlesungen getan hat, sind nicht nur für seine eigene Entwickelung beleuchtend, sondern können auch als allgemeines Zeitbild Interesse beanspruchen.

Nachdem er sich ausführlich über die Wärmephänomene ausgesprochen, wobei er als seine Ansicht hervorhebt, dass die Wärme und das Licht zwei verschiedene Materien seien, und den äusseren Verlauf der Verbrennung beschrieben hatte, setzt er fort:

„Wie nun die *Residuen* nach der Inflammation der Körper *nicht inflammabile* Körper sind, so kommt man natürlich auf den Gedanken, dass diejenigen Körper, welche völlig verbrennen, die einfachsten sind, und die am *reinsten brennbaren* Körper diejenigen, welche während der Verbrennung *nur Feuer* producieren.

Boerhave betrachtete folglich den Alkohol als den reinsten brennbaren Stoff, *Pabulum ignis*. Andere haben dasselbe vom Schwefel geglaubt, weil er sich sehr leicht anzündet und ganz und gar destruiert wird, h. e. weder Russ noch Asche gibt.

Andere haben andere Körper als *Elementa inflammabilia* betrachtet, wie z. B. Oel, Russ, u. a.

Aber nachdem man die Verwandlung der brennbaren Körper gefunden und genauer beachtet hatte, so entdeckte man, dass *stets irgend ein neuer Körper,* der nicht inflammabil war, während der Verbrennung entstand. Wenn Schwefel brennt, entsteht Schwefelsäure, wenn Alkohol brennt, entsteht Wasser, zuweilen bildet sich Erde, zuweilen Dünste und Dämpfe, die ihre Elasticität behalten u. s. w., aber immer verliert der Körper seine *inflammabile Natur.* Da anstatt dessen immer Feuer entstand, so kamen viele auf den Gedanken, dass ein *gewisser Teil in den brennbaren Körpern mit Feuer ziemlich nahe verwandt* sein müsse, dass nur ein gewisser Teil die Inflammabilität des Körpers ergebe.

Dieser Teil nannte BECHER *Terra inflammabilis* und STAHL *Phlogiston.*

Seit der Zeit STAHLS hat man es allgemein geglaubt, dass das Phlogiston bei allen brennbaren Körpern *ein und derselbe elementare Stoff* sei, und dass die brennbaren Körper hinsichtlich der übrigen Bestandteile differieren. Folglich versteht man unter *Phlogiston* denjenigen Grundstoff, der bei einem Körper die Inflammabilität verursacht. Dieses kann in solider Form in dem Körper combiniert sein, aber entzieht sich allen unseren Sinnen, kann nicht in einem Gefässe aufbewahrt werden und zeigt sich als einen Bestandteil des Feuers.

Wir müssen uns erinnern, dass dieses Phlogiston nur *hypotetice* angenommen ist. Denn nichts hindert, dass Körper von verschiedener Natur gewisse Eigenschaften gemeinsam haben. Später wollen wir die Sache näher untersuchen, jetzt nehmen wir das Phlogiston an. Wenn ein solcher Grundstoff vorhanden ist, so muss er bei allen brennbaren Körpern gemeinsam sein, denn 1:mo entsteht bei der Anzündung und dem Verbrennen aller Körper *Licht* als ein Schein, sobald der Körper seine Inflammabilität verloren hat, und 2:do kann der brennbare Körper seine Inflammabilität einem anderen mitteilen, der dieselbe verloren hat. Wenn der Schwefel gebrannt wird, entsteht Schwefelsäure, aber Schwefelsäure, mit Kohle, Metallen, u. a. behandelt, kann oft in Schwefel zurückverwandelt werden. Auf dieselbe Weise ergibt Phosphorsäure mit Kohle Phosphor. Metallkalke mit Kohle geben Metall. Ein Metall verliert seine inflammabile Natur durch Calcination, durch Säuren und durch Solution, ein Metall kann aber ein anderes reducieren, ergo ist ihr Phlogiston dasselbe.

Alle wurden bis zu den letzten Jahren über diese Eigenschaften des Phlogistons einig. Diese Meinung schien so natürlich und unwiderlegbar zu sein, dass keine Einwürfe dagegen gültig sein konnten.

Einige Phänomene schienen *paradox.* Man hatte es beobachtet, dass einige *Metalle während der Calcination schwerer wurden,* als sie früher gewesen waren. Alle waren darüber eins, dass sie dabei *Phlogiston abgaben,* aber keiner wusste was sie anstatt dessen aufnahmen. Einige schlossen daraus, dass das *Phlogiston den Körper leichter mache,* wie Kork mit Eisen im Wasser, andere wieder dass das Metall während der Calcination in solcher Menge *Luft* einsauge, dass seine *Schwere vernehmbar werde.*

Einige glaubten, dass etwas aus der Luft in das Metall eingehe, diese Ansicht gewann aber kein Vertrauen, obgleich kein Metall ohne Luft calciniert.

Dr. Rey hatte schon im Jahre 1630 zu zeigen versucht, dass während der Calcination ein Theil der Luft ihre Elasticität und Flüssigkeit verliert und eine Zunahme des Gewichts giebt. Cherubin d'Orleans hatte 1679 gezeigt, dass die Luft in geschlossenen Gefässen abnimmt, wenn Metalle calciniert werden. Dies und derartiges wurde damals nicht sehr beachtet und später vergessen, als die Aufmerksamkeit der Philosophen nach einer anderen Seite hin gezogen, und dann mit allen fabulösen und alchemistischen Aufgaben vermischt wurde.

Nun ist es an den Tag gebracht, dass nicht nur alle diejenigen Metalle, die calciniert werden, sondern auch alle inflammabilen Körper *an Gewicht zunehmen, während sie die Inflammabilität verlieren.* Wenn die Operation im geschlossenen Gefässe ausgeführt wird, so gibt es keine Veränderung des Gewichts. Die Luft aber nimmt ab, accurat in demselben Verhältnis wie die Schwere des Körpers zunimmt. Daraus kann man schliessen, dass das Phlogiston, wenn es etwas ist, wenigstens *keine Schwere hat*, welche wir beobachten können. Einige sind nun instruiert das Phlogiston als nichts zu betrachten, weil alle Phänomene ebensogut ohne dasselbe expliciert werden können; dass die Inflammation nur darin besteht, dass der Körper sich *mit Luft verbindet*, welche ihr Luftform verliert. Wir haben gesehen, dass die *Lüfte viel Wärme halten.* Diese wird losgelöst, wenn die Luftform sich verliert. *Hinc calor productus. Woher das Licht kommt*, darüber sind wir noch im Dunkel, und dieser Stoff scheint der einzige Ausweg zu sein, die Existenz des Phlogistons zu erklären. Als man die Inflammations- und Calcinationsphänomene genauer untersucht hatte, fand man, dass es nicht die ganze Luft ist, die hier wirkt und von den Körpern eingesaugt wird. Die atmosphärische Luft wird von zwei Grundeigenschaften charakterisiert: erstens *Feuer zu unterhalten,* zweitens *zur Respiration zu dienen.* Wenn man einen inflammabilen Körper in einem geschlossenen Gefässe in atmosphärische Luft brennen lässt, so sieht man, dass er eine kurze Weile brennt, dann aber *verkümmert und erlischt.* Noch aber ist viel Luft übrig, etwa $^3/_4$. In dieser Luft kann man das Feuer nicht länger unterhalten, auch leben darin keine Thiere. Diese wird *verdorbene Luft* genannt. Hier gibt es drei Auswege zur Erklärung: Erstens, dass die Luft ihre Elasticität vermindert hat und folglich vom Drucke der Atmosphäre zum kleineren Volumen gebracht wird; zweitens dass $^1/_4$ der Luft verschwunden oder durch Verbrennen ins Feuer verwandelt worden und abgegangen ist; drittens, dass $^1/_4$ der Luft von einer anderen Beschaffenheit als das übrige ist und während der Inflammation vom Körper absorbiert worden ist. Lass uns jeden an sich betrachten. Wenn der erste Fall Grund hätte, so müsste der rückständige Teil der Luft *spec. schwerer* sein als das Ganze war. Genaue Versuche aber zeigen, dass sie *spec. leichter* ist. Im zweiten Falle müsste die Luft nebst dem verbrannten Körper nach dem Verbrennen so viel weniger wiegen, wie die Schwere der abgegangenen Luft. Wir haben aber schon gesehen, dass *das Ganze sein Gewicht nicht ändert.* Hieraus folgt, dass nach dem dritten Falle das verlorene Gewicht *consolidiert* werden muss und sich mit dem inflammabilen Körper verbinden, was von der Zunahme seines Gewichts

bestätigt wird, die eben so gross ist wie die Gewichtsabnahme der Luft. Man fragt, warum nicht die ganze Luft absorbiert worden ist? Es scheint sofort probabel, dass die verlorene Luft von einer anderen Beschaffenheit als das übrige sein muss, und dass die Luft von *zwei heterogenen Teile* zusammengesetzt sein muss, einem, der zum Feuer dienlich ist, einem anderen, der dazu nicht dienlich ist. Der Beweis dafür ist um so mehr satisfaisirt, da wir in verschiedener Weise diese Art von Luft allein hervorbringen können, die zum Unterhalten des Feuers dienlich ist. Diese Luft wird *aër purus, aër dephlogisticatus, aër vitalis, aër empyrealis, aër oxygenium* etc. genannt."

Als den einfachsten inflammabilen Stoff hebt Gadolin die brennbare Luft hervor, von der es verschiedene Arten giebt. „Sie kommen aber", sagt er, „in den äusseren Eigenschaften ziemlich überein. Sie scheinen von einer und derselben Modifikation zu sein. Von mehreren kann man es auch beweisen". Als die wichtigsten Arten werden *aër infl. metallicus* und *aër infl. palustris* (Sumpfgas) genannt. Jene (Wasserstoffgas) ist diejenige, die bei der Einwirkung der Metalle auf Schwefelsäure entsteht. „Wenn eine Mischung dieser inflammabilen Luft und aër purus durch elektrische Funken in geschlossenen Gefässen angezündet werden, die stark genug sind der Expansion und Hitze Widerstand zu leisten, so gibt es, wenn die Proportion richtig gewesen ist, ein Vacuum im Gefässe, sonst eine grosse Verminderung des Volumens. Dagegen gibt es eine Flüssigkeit, die genauer examiniert, reines Wasser ist und eben so viel wiegt wie die beiden Lüfte. Hier giebt es zwei Auswege zur Erklärung. 1:mo *Das Wasser besteht aus aër pur.* und *aër infl.*, ihrer Luftform oder calor specificus beraubt. Diese ist die einfachste Erklärung und genügt vorläufig alle Phänomene zu erklären. Wenn dies angenommen wird, so ist das Phlogiston nicht nöthig. 2:do: *Alles, was in diesen Lüften ein wahrnehmbares Gewicht hat, ist reines Wasser*, ausserdem halten sie aber feinere Teile. Dies war die Theorie SCHEELES. — — — Die ganze Sache mag aber undecidiert sein, und wir halten uns an die erste einfachste Erklärung, solange alle Phänomene es erlauben."

In der weiteren Darstellung geht Gadolin nicht wie früher von den Verbrennungsprodukten aus, sondern von den brennbaren Körpern selbst, folglich von der Kohle, vom Schwefel, Phosphor u. s. w. und beschreibt unter ihnen die betreffenden Säuren u. a. Er leitet das Kapitel von der Kohle mit folgenden Worten ein: „Man hat in Frankreich als Gesetz angenommen, dass die einfachen inflammabilen Körper beim Verbrennen Säuren producieren. Davon hat die Luft, die in ihnen gebunden wird, den Namen oxygène erhalten. Die Zukunft wird es dartun, wie dieses Gesetz besteht. Vordem glaubte man, dass die Säure mit Phlogiston im Körper gebunden wäre, und nannte derartige Inflammabilia *Sulphura*. Hierzu rechnet man mit Recht den Stoff, der *Kohle* oder *Russ* ausmacht." Er enthält, obgleich nicht in reinem Zustande, den reinen *Kohlenstoff*. Dass alle diejenigen Körper, die Kohlenstoff enthalten, beim Verbrennen Luftsäure abgeben, macht es wahrscheinlich, dass diese aus Kohlenstoff und aër pur. besteht. „Diejenigen, die mit der grössten Accuratesse das Phänomen examiniert, haben gefunden, dass das Gewicht der Luftsäure ebenso gross ist wie das der verzehrten Kohle und der reinen Luft zusammen. Folglich scheint die Demonstration ziemlich komplett zu

sein.“ Unter dem Kohlenstoff behandelt Gadolin auch Plumbago (Graphit), „der Kohlenstoff zu enthalten scheint“, aber nicht den Diamanten.

In dem Vorlesungskursus, den Gadolin einige Jahre später, wahrscheinlich im Jahre 1796 oder 1797, ausarbeitete, sieht man einen immer vollständigeren Anschluss an die neuen Lehren. In Bezug auf die Verbrennung sagt er, nachdem er über die Untersuchungen Lavoisiers und Cavendish' berichtet hatte:

„Bei jedem Verbrennen verbindet sich also die Grundlage der reinen Luft mit den brennbaren Körpern, die Lavoisier und alle anderen eine Zeit lang als *einfache Körper* betrachteten. Da man nun glaubte, dass jede Verbrennung eine neue Zuzammensetzung zur Folge hatte, so machte man davon einen allgemeinen Begriff, nämlich, dass sie eigentlich aus *der Vereinigung eines Körpers mit aër pur.* bestehe, und dass jeder Körper brennbar sei, so bald er sich mit aër pur. verbinden kann, entweder dabei das *Feuerphänomen erscheint oder nicht,* und dass die Verbrennung nicht nur in freier Luft und in aër pur. sondern auch durch andere gebrannten Körper geschehen könne, die vordem *aër pur im gebundenen Zustande* besitzen.“ Nachdem er sich über das Feuerphänomen geäussert hat, sagt er: „Man hat nachher gefunden, dass ein *Feuerschein* und eine *apparente Inflammation* sich oft zeigen, wenn zwei brennbare Körper verbunden werden ohne dass irgend eine Luft vorhanden wäre, z. B. wenn gewisse Metalle zich mit Schwefel verbinden u. s. w. Daraus scheint zu folgen, dass *Lichtstoff* (lyse) in den brennbaren Körpern gegenwärtig ist. — — — Hieraus ist eine neue Theorie entstanden, dass die brennbaren Körper immer *Lichtstoff* enthalten, der mit der *Würme der Feuersluft* das Feuerphänomen ausmacht: dass jeder brennbare Körper aus einem *Substrat* besteht mit Lichtstoff verbunden, und die Feuersluft von ihrer *wägbaren Grundlage*, mit Wärme verbunden; dass die Verbrennung der Effekt einer doppelten Zusammensetzung ist. Die *wägbaren Substrate* verbinden sich mit einander und machen den gebrannten Körper aus, die unwägbaren Teile, *Lichtstoff und Würme*, bilden das Feuer. Folglich wären die brennbaren Körper nie einfach und ihre Substrate würden nie allein erscheinen, weder in brennbarem noch in gebranntem Zustande. Diese Erklärungsweise ist von vielen angenommen und scheint eine Modification von Stahls phlogistischem System hervorgebracht zu haben.“ Diese war die Theorie Gadolins und Richters, die mit der Lehre Lavoisiers nicht unvereinbar war. Weiter sagt er: „Ein und derselbe Körper kann auf *mehrere Stufen* von brennbarem Zustande versetzt werden. Wenn er von Feuersluft völlig gesättigt ist, kann er nicht weiter gebrannt werden oder ist *unverbrennbar.* Auf der letzten Stufe der Verbrennung zeigt sich oft die Natur einer Säure, davon hat man aër pur. als *principium aciditatis* bebrachtet; seine Grundlage wird von Lavoisier *Oxygenium* genannt, alle seine Verbindungen werden als *Oxydationen* und die Körper, die weniger verbrannt sind, als *Oxyde* bezeichnet. In der schwedischen Sprache hat man die Worte: *„syre, syrsättningar, syrsatta kroppar“* gebildet.“ Hier begegnet man zum ersten Mal dem Worte „syre“ in Gadolins Vorlesungen. Im Folgenden benutzt er auch die Benennungen „Väte“ oder „Hydrogenium“ für brennbare und „azotische Luft“ oder „Kväfve“ für verdorbene Luft. Die Salpetersäure und Salpeterluft fasst er nunmehr als Oxyde des Stickstoffs auf. Jene kann, sagt er, als „völlig gebrannter

Stickstoff" betrachtet werden. In Bezug auf die Kohle ist es nach ihm nun völlig bewiesen, dass das Produkt ihrer Verbindung mit Sauerstoff mit der Luftsäure identisch ist, für die er deshalb den Namen Kohlensäure annimmt. Weil der Diamant bei der Verbrennung nur Kohlensäure gibt, betrachtet er es als erwiesen, dass derselbe aus reiner Kohle besteht.

In den späteren Vorlesungen Gadolins über die allgemeine Chemie, die er in den Jahren 1803 und 1812 ganz umgearbeitet hatte, sind das neue System und die darauf gegründete neue Nomenklatur vollständig angewendet. Er hebt hervor, dass eine Reformation innerhalb der Chemie stattgefunden, und dass das System der neuen Chemie eigentlich auf einer neuen Theorie von der Verbrennung gegründet sei. Hinsichtlich der älteren Auffassung sagt er, dass die letzten Ansichten in Bezug auf die Identifizierung des Phlogistons mit feinem Oel, mit Kohle oder brennbarer Luft u. s. w. „Verwirrung hervorgerufen und die Revolution innerhalb der Chemie gefördert habe." Dagegen findet er, dass STAHLS ursprüngliche Theorie vom Phlogiston als Feuermaterie (zum Lichtstoff modifiziert) gegen die neuen chemischen Entdeckungen nicht streitet.

Die Einteilung, der Gadolin in seinen Vorlesungen vom Jahre 1803 folgt, ist wesentlich diejenige, die er in seinem im Jahre 1798 erschienenen Lehrbuch „Einleitung in die Chemie" angewendet hat. Er teilt hier das Lehrgebiet in zwölf Kapitel ein: 1) Die Wärme, 2) Der Lichtstoff, 3) Die Luft, 4) Brennbare Körper, 5) Das Wasser, 6) Die Säuren, 7) Die Erden und Alkalien, 8) Von Erden und Alkalien zusammengesetzte Salze, 9) Metalle und Metallsalze, 10) Vegetabilische Stoffe, 11) Animalische Stoffe, 12) Gährung und Verwesung. Im vierten Kapitel setzt er zuerst die Theorien der Verbrennung, dann die einfachen brennbaren Stoffe auseinander, zu denen er den Wasserstoff, Schwefel, Phosphor, Kohlenstoff, Stickstoff und die Metalle rechnet. Die letzgenannten teilt er in vier Klassen ein. Zu den ersten werden die nicht schmelzbaren oder sehr schwerschmelzbaren Metalle gerechnet, die nur mit Schwierigkeit aus ihren Oxyden reduciert werden können (Titan, Uran, Molybdän, Wolfram, Mangan). Zu der zweiten zählt er die spröden oder halbdehnbaren Metalle, die bei gewöhnlichen Feuersgraden zur Schmelzung gebracht werden können und leicht verbrennen (Arsenik, Kobalt, Wismuth, Antimon, Nickel, Zink, Tellur). Die dritte Gruppe umfasst die unedlen vollkommenen Metalle, d. h. die dehnbaren Metalle, die leicht verbrennen (Blei, Zinn, Eisen, Kupfer), und die vierte die dehnbaren Metalle, die in der Luft schwerlich verbrannt werden können und deren Oxyde bei blosser Erhitzung Metall ergeben (Quecksilber, Silber, Gold, Platin). Die Säuren werden sehr ausführlich behandelt. Zu den Säuren der ersten Klasse, die unter Abscheidung der Grundstoffe der Säure von brennbaren Körpern zersetzt werden können, rechnet er: Schwefelsäure, schweflige Säure, Phosphorsäure, phosphorige Säure, Kohlensäure, Stickstoffsäure, stickstoffige Säure, Arseniksäure (arsenige Säure), oxydiertes Wolfram und oxydiertes Molybdän. Die Säuren der zweiten Klasse sind diejenigen, deren Grundstoffe unbekannt sind und die nicht zersetzt oder zusammengesetzt werden können. Zu dieser werden die Kochsalzsäure, Flusspathsäure und Boraxsäure gerechnet. Zu der dritten Klasse werden die damals gekannten vegetabilischen und animalischen Säuren gezählt, deren Grundstoff nur aus Wasserstoff und

Kohlenstoff zu bestehen scheint, wobei bei den letzteren auch etwas Stickstoff vorhanden ist. Die Salze der Erdarten werden nach den Säuren klassifiziert, die Metalloxydsalze, wieder nach den Metallen. Diesen Einteilungsgrund wendet Gadolin, — in diesem Punkte von den französischen Chemikern abweichend — auch auf die Benennung der Salze an in seiner im Jahre 1807 erschienenen Dissertation „De nomenclatura salium".

In den im Jahre 1812 und in den darauffolgenden Jahren gehaltenen Vorlesungen folgt Gadolin einer anderen naturgeschichtlicheren, auf das Vorhandensein der Stoffe in der Natur gegründeten Einteilung. Nach einer allgemeinen Einleitung behandelt er die Wärme- und Lichtphänomene ausführlich, dann die Luft, das Wasser und die festen Teile der Erdoberfläche: den Kiesel, Ton, Gips, Vitriol, Natron oder Soda Kali oder Pottasche, Kochsalz, Salmiak, Salpeter, Alaun, Talkerde, Schwerspath und die Metalle. Unter Pottasche berichtet er über die Kohlensäure, unter Salmiak über das Ammoniak u. s. w. Die Darstellung ist mehr deskriptiv und weniger theoretisch als sie es in seinen früheren Vorlesungen gewesen ist. Die Bergmanschen Zeichen werden noch zu dieser Zeit von ihm angewendet. Weder die Lehre von den chemischen Proportionen, die Atomtheorie oder die bedeutungsvollen Untersuchungen und Entdeckungen Gay-Lussacs und Davys sind in diesen Vorlesungen erwähnt oder beachtet. Augenscheinlich war Gadolin, was auch aus seiner Tätigkeit als Forscher hervorgeht, schon am Anfang des neuen Jahrhunderts in seiner wissenschaftlichen Entwickelung stehen geblieben, wenn er sich auch nach dieser Zeit mit einigen theoretischen Fragen beschäftigte. Dies könnte vielleicht unser Erstaunen erregen in Betracht seiner grossen Begabung und seines damals noch nicht sehr hohen Alters, wahrscheinlich hatte aber der Übergang von der phlogistischen zu der Lavoisierschen Anschauungsweise sein Accommodationsvermögen auf dem wissenschaftlichen Gebiete erschöpft. Deshalb blieb die weitere rasche Entwicklung der Chemie während der ersten Jahrzehnten des neuen Jahrhunderts ihm fremd. Alle diejenigen Forscher, die zu dieser Zeit die leitende Stellung innerhalb der Chemie einnahmen, waren jünger als Gadolin und hatten nicht wie er selbst den grossen Umschwung dieser Wissenschaft erlebt.

In seinen Vorlesungen widmete Gadolin der Geschichte der Wissenschaften viel Aufmerksamkeit. Er leitet sie gewöhnlich mit einem Rückblick auf die Auffassung vergangener Zeiten ein, und auch hinsichtlich der einzelnen Erscheinungen und Verbindungen liefert er stets geschichtliche Erläuterungen.

Unter seinen hinterlassenen Handschriften gibt es auch zwei, welche die „Historia chemiae" behandeln, von denen die eine, augenscheinlich vom jüngeren Datum, recht umfassend ist und die Entwicklung der Chemie seit der ältesten Zeit darstellt. Ob diese Handschriften verschiedenen Vorlesungen über diesen Gegenstand zu Grunde gelegen haben oder einen anderen Zweck gehabt, geht nicht mit genügender Sicherheit hervor. Dass sie sich aber, wenigstens zum Teil, auf eigene geschichtliche Studien in der älteren Literatur gründen, scheint unzweifelhaft zu sein. Gadolin leitet seine Darstellung mit folgenden, hinsichtlich seines historischen Sinnes, beleuchtenden Worten ein. „Es ist nicht nur Curiosität die Geschichte einer Naturwissenschaft kennen zu lernen. Daraus gewinnen wir wenigstens zwei grosse Zwecke: 1) Dass man den Gang des

menschlichen Geistes sieht und davon zur weiteren Beförderung der Wissenschaft geführt wird. Denn die Forschergabe des Menschen ist immer dieselbe gewesen und die Wissenschaft ist an sich auch unveränderlich. Die Wahrheit ist sich immer gleich. 2) Dass man eine Menge von Kenntnissen wiederfindet, die allmählich in Vergessenheit geraten, weil sie, als man sie besass, keine Anwendung fanden oder auch sogleich von Vorurteilen und anderen Ereignissen unterdrückt wurden.

Obgleich die Wahrheit nur eine ist, und obgleich in den physischen Wissenschaften alle Gedanken, die wider die Wahrheit streiten, auch den Phänomenen der Natur widersprechen, so ist sie doch schwer zu finden Im Buche der Natur sehen wir nur einige einzelne Stellen, finden aber nicht ihren Zusammenhang mit dem, was wir nicht sehen. Folglich werden unsere Schlüsse parteiisch und unzählige Auffassungen vom Vorurteil angenommen, ehe man die Wahrheit findet. Wir können also nicht in der älterten Geschichte der Chemie eine klare Kenntnis finden. Irrtümer, Dichtungen und Phantasiegebilde kommen anstatt der Wirklichkeit vor. Auf den weitesten Umwegen scheinen unsere Vorfahren nur selten zu einer wahren Kenntnis gelangt zu sein, die sich demjenigen erst zu zeigen scheint, der aus den Lehren seines Vorgängers Vorteil gezogen hat."

Die Geschichte der Chemie wird in folgende drei Perioden eingeteilt:

„1) Das älteste oder mytologische Alter, das überall von Dichtungen erfüllt ist und die Kindheit der Wissenschaft umfasst; dauert vom Anfang der Welt bis zur circa Mitte des siebenten Jahrhunderts nach Christi Geburt, in dem die Alexandrinische Bibliothek von den Arabern zerstört wurde.

2) Die mittlere oder dunkle Zeit ist auch mit Allegorien und Rätseln vermischt und erstreckt sich bis zur Mitte des siebzehnten Jahrhunderts.

3) Die dritte, die die wahre Geschichte der Wissenschaften ist, beginnt mit der Gründung von Societäten und Academien der Wissenschaft, als die Gelehrten alle ihre Anstrengungen auf die Beobachtung der Natur zu richten anfingen, sowie Untersuchungen und Versuche auszuführen und dem Publikum ihre Entdeckungen treu mitzuteilen."

Innerhalb des mittleren Alters unterscheidet Gadolin, wie auch GMELIN in seiner „Geschichte der Chemie", verschiedene Abschnitte, nämlich die Zeit der Araber, die Zeit der Arabisten, die scholastische Zeit, PARACELSI Zeit, die Zeit der Ecklektiker und SYLVII Zeit (nach SYLVIUS DE LA BOË). Das dritte, das neue Alter, teilt er in drei Perioden nach den vorzüglichsten Forschern dieser Zeit ein: BOYLE, STAHL und LAVOISIER oder 1660—1690, 1690—1770 und 1770 bis auf den heutigen Tag.

Die Darstellung der Zeit LAVOISIERS ist leider nur angefangen. Zuerst erwähnt er KANT, „dessen Grundsätze sich auch in die Chemie mischten, die deshalb das Aussehen einer Branche der Dynamik erhielt", und RICHTER, „der durch seine stöchyometrischen Arbeiten die Chemie als ein Mathesis applicata betrachtet und allgemeine Regeln bestimmen wollte, nach denen die Proportion der Bestandteile in den Salzen gebrannter Körper berechnet werden konnten". „Eigentlich aber", sagt er, „wurde der Fortschritt der Chemie durch Untersuchungen und Versuche gefördert, die mit grossem Eifer aus-

geführt wurden. Unter diesen wirklichen Förderer der Wissenschaft waren vor allem Scheele, Bergman, Priestley und Lavoisier ausgezeichnet.“ Über das Leben und die Tätigkeit Scheeles liefert Gadolin einige allgemein bekannte Auskünfte und äussert sich weiter: „Bemerkenswert ist, dass dieser um die Wissenschaft so hoch verdiente Mann sich ganz und gar selbst alle seine Kenntnisse erwarb. Er hatte nie eine gelehrte Education gehabt oder davon Vorbildung genossen. Durch seinen Fleiss, sein unparteiisches und klares Observationstalent, seine Geschicktheit Experimente anzustellen und dazu die kürzesten und leichtesten Wege zu erwählen, ersetzte er das, was ihm an anderen Kenntnissen mangelte, weshalb sein Styl etwas hart war. Zum unheilbaren Schaden für die Wissenschaft starb er schon im Frühling des Jahres 1786 in seinem 43:sten Jahre.“ In Bezug auf Bergman äussert Gadolin hier u. a. „Seine wichtigen Versuche machten ihn überall bekannt und geschätzt. Von der Academie der Wissenschaften zu Berlin erhielt er den Antrag daselbst eine Stelle anzunehmen, die er jedoch ablehnte. Seine Talente zu lehren waren vortrefflich. Klarheit und Gründlichkeit der Ausführung verschafften ihm ein zahlreiches Auditorium.“ Hinsichtlich der Beziehungen zwischen Scheele und Bergman äussert Gadolin, dass ihre Bekanntschaft „zum Vorteil beider war“, und dass jener aus dem Verkehr mit Bergman grossen Nutzen zog, dass er aber anch „sehr zur Celebrität Bergmans als Chemiker beitrug“. Diese der Geschichte bezweckten Aussprüche von einem Zeitgenossen, Schüler und Freund dieser Gelehrten enthalten zwar nichts neues, besitzen aber troztdem Interesse.

Aus dem wissenschaftlichen Briefwechsel Johan Gadolins.

Wie die Sitte bei den Gelehrten jener Zeit war, stand auch Gadolin in Briefwechsel mit einer grossen Anzahl seiner Fachgenossen. Während seines Aufenthaltes im Auslande war er mit vielen von den bedeutendsten Vertretern der chemischen Forschung in persönliche Beziehung getreten, und die hervorragende Stellung, die er selbst in wissenschaftlicher Hinsicht einnahm, veranlasste einen schriftlichen Meinungsaustausch auch mit anderen Gelehrten, deren persönliche Bekanntschaft er nicht gemacht hatte.

Von seinen eigenen Briefen sind einige in schwedischen Archiven aufbewahrt. Ob die an seine Korrespondenten in Deutschland, Frankreich und England richteten Briefe der Zerstörung entgangen sind, ist nicht mit Sicherkeit bekannt. Von den Briefen, die Gadolin von Gelehrten in Schweden und im Auslande empfangen hat, befinden sich circa 150 von den Jahren 1784—1801 im Verwahr eines seiner Nachkommen. [1]) Unter den Korrespondenten finden wir aus Frankreich Berthollet, Guyton de Morveau und A. Seguin, aus England Kirwan, Crawford, Sir Jos. Banks, W. Watson und L. Lentin, aus Deutschland L. von Crell, J. F. Gmelin und J. H. Wittekopp und aus Schweden Scheele, Gahn, Hjelm, Rinman, Wilcke, Ekeberg, Swartz, Castorin, B. K. Geijer u. a. Die Briefe enthalten vorwiegend Mitteilungen über neue Versuche und Entdeckungen sowie Besprechungen allgemeiner und spezieller chemischer Fragen, und der Briefwechsel trägt somit im grossen und ganzen einen wissenschaftlichen Character.

Im Folgenden werden einige von Gadolins eigenen Briefen in Extenso mitgeteilt, zunächst zwei an Scheele, und eine Auswahl von Briefen von seinen ausländischen Korrespondenten, welche nicht nur dazu geeignet sind, die Beziehungen dieser Männer zu Gadolin zn beleuchten, sondern auch die geachtete Stellung klarzulegen, die dieser

---

[1]) Die Briefe, Vorlesungen und andere Handschriften Gadolins, sowie auch seine grosse Bibliothek, sind auf dem Gute Olkkala in Wichtis aufbewahrt. Dieses Gut gehörte Gadolin bis zur Mitte der vierziger Jahren, da sein Schwiegersohn Professor G. af Hällström es übernahm. Der jetzige Besitzer, Kommunalrath E. af Hällström, ist ein Enkel des letztgenannten.

finnländische Gelehrte zu seiner Zeit in der Gelehrtenwelt einahm. Ein Teil dieser Briefe besitzt ausserdem ein allgemeineres chemisch-historisches Interesse. Den in schwedischer Sprache geschriebenen hier mitgeteilten Briefen wird ein kurzer Resumé auf deutsch beigefügt.

Diejenigen Korrespondenzen Gadolins an die Herausgeber der „Chemischen Annalen von Crell“ und an die von „Annales de Chimie et de Physique“, welche in diesen Zeitschriften veröffentlicht wurden, sind zum Teil im späteren Teil vorliegender Schrift im Zusammenhang mit seinen hier aufs neue publicirten wissenschaftlichen Abhandlungen abgedruckt.

Joh. Gadolin an C. W. Scheele.[1])

Åbo d. 26 Oct. 1784.

Högädle och Widterfarne Herr Apotekare!

Om någonsin någon försummelse kan anses för inpardonnable, så bör åtminstone den jag begått, då jag alt sedan min ankomst til Åbo ej profiterat af det lyckliga tilfälle at få correspondera med M. H., aldrig vinna någon ursäkt. Åtminstone kan jag sjelf ej tilfredställa mig öfver den förlust, jag redan genom eget förvållande lidit. M. H:s ädelmod gör mig dock försäkrad at jag ej aldeles förloradt den förmon, som jag redan tilförene lyckligen fått profitera af, och at jag äfven härefter får underhålla en brefväxling, som af alla möjeliga är mig den mäst interessanta och den mäst ovärderliga.

Jag har här hållit på med några försök angående kroppars varme, hvaraf jag äfven nu tager mig friheten at lämna M. H. del, genom öfversändande af min hosföljande disputation. Den första anledningen til mina försök var den at jag, jämte det jag ville utröna specifica varmen hos en hop kroppar, äfven ville se til, om icke hvar och en kropp skulle hafva någon bunden varme, som aldeles icke kunde ökas ell. minskas i kroppen, förrän kroppen ändrar sitt sammanhang. Sådan tycktes mig den vara, som afskiljes då vitriolsyra och vatten blandas tilsammans m. fl. Men mitt hopp slog fel. Och jag fann i dess ställe det som var mycket interessantare, neml. at varmens rätta gradtal begynnes 800 grader under fryspunkten på svensk termometer, och då detta är gifvit, kunna alla phaenomener af varme el. köld förklaras af kroppars specifica varme och dess ändringar. Detta har jag utförligare detaillerat i en afhandling, som jag i sommars skickade öfver til Vetenskaps Academien. Det roade mig at sedermera se huru denna theorie stämde in med alla phaenomener och huru däraf så

---

[1]) In den Briefen an und von Scheele werden die chemischen Zeichen von Bergman reichlich angewandt. Um die Briefe für den mit diesen Zeichen nicht Vertrauten leserlich zu machen, werden dieselben hier mit den entsprechenden Worten wiedergegeben. Für das Zeichen des Sauerstoffs werden die damals gebräuchlichen Benennungen, Feuerluft, Lebensluft und aër pur., angewandt.

Anm. d. Herausgeber.

väl kölden som af salt och snö tilhopablandade uppkommer, som ock hettan som osläckt kalk med vatten producerar kunde förklaras. Det låter löjeligt at den senare hettan kommer ifrån vattnet, men det träffar aldeles in med den del af sin specifica värme, som vattnet förlorar då det med kalken går in til en solid massa. Af alt detta tycker jag mig ej heller kunna tvifla, at icke eldens phaenomener lika så böra förklaras. Phlogiston som förenas med eldsluft afskiljer specifica varmen ifrån den senare. Warmen förefaller mig således såsom en enkel kropp, hvars beståndsdelar vi ej känna. Men jag tilstår at jag ännu ej tillräckeligen ser huru alla de phaenomener M. H. i sin bok von der Luft und dem Feuer omtalar häraf skulle förklaras. KIRWAN påstår väl at eldsluft med phlogiston ger luftsyra, men jag känner ännu ej fullkoml:n hans bevis. Eldsluft, som fås genom metallkalkers bränning, måtte säkert hafva funnits där förut. Men svårare blir det at förklara hvarifrån eldsluften framkommer då salpeter brännes; det torde dock kunna utredas, hälst om det är påliteligt at PRIESTLEY af bara salpetersyra fått eldsluft. Men om än alt detta så kunde förklaras, så återstår ännu at veta hvad *ljuset* är. Det måtte säkert vara skildt från materia caloris.

Jag skall nu med några ord nämna om mina Theses Chymicae på titelbladet af disputation. Den 3:dje thesen [1]) grundar sig på M. H:s rön at osläckt kalk kan decomponera sal commune. Jag föreställer mig at kalk värkel. har större attraction till koksaltsyra än fixt mineraliskt alkali har. Men då mycket vatten är tilstädes så sker här en ändring i anledning af vattnets atractioner. Vatten har ganska liten attraction till kalk, således då koksaltsyrad kalk är uplöst i vatten, så måste attraction emell. koksaltsyran och kalken öfvervinna kalkens tröglöslighet, och i detsamma försvagas föreningen emell. kalken och koksaltsyran, så mycket som däraf behöfver användas på kalkens uplösning. Fastän nu alkalit har mindre attraction till koksaltsyra än kalken, så är den dock nu större sedan attraction emellan koksaltsyran och kalken af vattnet blifvit försvagad. Denna min tancka styrkes af de phaenomener som visa at vattnet aldeles kan decomponera medelsalter. Hvarföre skulle det icke äfven kunna försvaga deras förening? Hvad tycker M. H. om den 5:te thesen, [2]) där jag tror at man framdeles genom blotta reagentia skall få reda icke allenast på qualitas utan ock quantitas af främmande ämnen uti vatten. I den 6:te [3]) har jag velat säga at man intet har anledning at tro det alla metallkalker är til sitt ursprung syror.

---

[1]) Die betreffende These lautet: III. Cum improbabile haud sit, terram calcis majore affinitate jungi acido salis communis quam salem alcalinum mineralem; e re esse videtur, ut, iis in regionibus, ubi aliter salem hunc alcalinum non offert natura, ex mixtura salis communis cum calce usta idem quaeratur.

Anm. d. Herausgeber.

[2]) Die These lautet: V. Licet partes heterogeneae aquis inhaerentes, evaporatione et residui examine, tutissime jam investigentur; sperandum tamen est artem spagyricam ad id fastigii olim evectum iri, ut solis reagentibus analysis perficiatur.

Anm. d. Herausgeber.

[3]) Die These lautet: VI. Si radicali calcium omnium metallicarum decompositione, acida earum denudari statuatur indoles; pari fere de causa concedendum esset terras omnes et sales quoque alcalinos in acida primitiva resolvi.

Anm. der Herausgeber.

Ibland annat hvad jag nu lefver här i stor afsaknad uti af, är det jag nu ej har den tilgång på böcker som i Sverige. Då jag här skall beställa något af en bokhandlare går det ganska långt ut, och sedan får jag dock nöja mig med hälften af det jag begärt. På vårt Academie Bibliotek finnes ganska litet. Jag kan således aldeles icke berätta många lärda nyheter. Crells 10, 11 och 12:te theile af Entdeckungen har jag nu först fått öfver, och de äro ännu ej inbundna. Emellertid ehuru jag ej mera lärer kunna berätta mycket nytt ifrån främmande händer, skall jag dock på det högsta be, at til min uplysning få framställa det som förefaller mig nytt, främmande och svårt at förklara. Til en början vill jag nu nämna något af det jag i de ifrån Sverige medförda böckerna inhemtat.

Således förekommer i 9:de delen af Crells Entdeckungen, där de phosphoriska ljusen beskrifvas, at phosphor med svafvel, phosphor med camphert, phosphor med salpeter, phosphor med Benzoë, utgöra blandningar, som i fri luft taga eld. Monne detta ännu tillräckeligen kan förklaras. Af analogien skulle man sluta tvärtom, ty phosphor ensam brinner väl men så långsamt at det ej röjer någon hetta. De andra ämnen brinna ej af sig sjelf: däraf skulle man tro at blandningen borde trögare taga eld men han gör det fortare och starkare.

Uti Crells chem. Journal 4 th. upgifves af Lassone at tartarus och andra tartariska salter, då til dem slås osläckt kalk, ger i värme en opal gelatina, som i köld åter blir klar och flytande. Mon detta kan förklaras annorlunda än af sjelfva varmens olika affiniteter till dessa salter och jord.

Tiden tillåter mig ej nu at vara vidlyftigare. Härnäst så snart jag får mina nya böcker läsbara, skall jag ej underlåta at snart åter uppvackta M. H. Nu skall jag endast omtala det försöket som i våra avisor stått omtalt at förekomma skadelig värkan af arsenicum och kopparerg genom kräftstenar som lösas i citronsyra och under det at sjelfva lösningen och fräsningen påstår intages. Mon det har grund el. mon det endast är et charlatanerie.

Jag innesluter mig i M. H:s ynnest och framhärdar oaflåteligen med synnerlig estime

Högädle Herr Apotekarens

ödmjukaste tjenare

Joh. Gadolin.

(Gadolin entschuldigt sich, dass er nicht früher, nach seiner Ankunft in Åbo, den ihm zu Gebote stehenden Vorteil mit Scheele korrespondiren zu dürfen, benzutzt habe, eine Korrespondenz, die ihm von allen „die interessanteste und werthvollste ist".

Er bespricht seine Versuche über die spez. Wärme der Körper, welche er in seiner Dissertation, die er übersendet, auseinander gesetzt hat. Er hatte angenommen, dass jeder Körper eine gebundene Wärme besitze, die nicht vermehrt oder vermindert werden könne, wenn nicht der Körper seine Zusammensetzung veränderte. Dies erwies sich aber als unrichtig. Dagegen fand er, dass die richtige Gradzahl der Körper bei 800 ° unter dem Gefrierpunkt bei dem schwed. Thermometer anfängt. Nach dieser Theorie lassen sich verschiedene Phänomene, wie die Kälte, welche beim Zusammenmischen von Salz und Schnee und die Hitze, welche ungelöschter Kalk mit Wasser producirt, erklärt werden. Zweifelsohne können auch die Phänomene des Feuers in gleicher Weise ihre Erklärung erhalten. Das Phlogiston,

welches sich mit Feuerluft vereinigt, scheidet die spez. Wärme aus dem letzterem ab. Aber er sieht noch nicht ein, wie alle die in Scheeles Schrift von der Luft und dem Feuer erwähnten Phänomene hierdurch erklärt werden können. Kirwan behauptet, dass Feuerluft mit Phlogiston Luftsäure gebe, aber die Gründe dieser Annahme sind ihm noch nicht völlig bekannt. Die aus den Metallkalken gewonnene Feuerluft muss in ihnen vorher vorhanden gewesen sein. Schwieriger ist es zu verstehen, wovon dieselbe herkommt, wenn Salpeter gebrannt wird. Die Sache wird jedoch einfacher, wenn die Angabe Priestleys, dass Feuerluft auch aus blosser Salpetersäure entstehe, richtig ist. Aber auf alle Fälle ist noch zu ermitteln was das *Licht* ist. Es muss von materia caloris verschieden sein.

Er setzt dann einige seiner Dissertation beigefügte Thesen auseinander. Die dritte These gründet sich auf die Beobachtung Scheeles, dass ungelöschter Kalk Sal commune decomponirt. (Die betreffenden Thesen sind in den Fussnoten wiedergeben).

Er beklagt, dass es ihm an Literatur mangelt. Die Bibliothek der Universität ist schlecht versehen und die Bestellungen gehen sehr langsam. Er bittet Scheele um einige Erklärungen über neue Entdeckungen. Die Gemische von Phosphor mit Schwefel, Campher, Salpeter, Benzoë zünden sich an der Luft. Wie soll dies erklärt werden, da Phosphor an sich in der Luft nur langsam brennt und die anderen Stoffe gar nicht von selbst brennen? Lassone hat beobachtet, dass die tartarischen Salze mit Kalk in der Kälte eine opale, gelatinöse Masse geben, die an der Luft wieder klar und flüssig wird. Könnte diese Erscheinung nicht so erklärt werden, dass die Wärme verschiedene Affinitäten zu diesen Salzen und zu der Kalkerde hat?

Er wird sich erlauben später wieder an Scheele zu schreiben, wenn er sich mit den neuen Büchern, die er erwartet, vertraut gemacht hat.)

Åbo d. 3. Dec. 1784.

Joh. Gadolin an C. W. Scheele.

Högtärade Herre.

Den nya uptäckten rörande eldsluftens förening med phlogiston til vatten, som M. H. på et så sinnrikt och förnöjande sätt applicerat til sin theorie om elden, tyckes bereda vägen til ganska viktiga slutsatser. Men medan saken ännu är ganska ny, så är det ej underligt at den ej strax visar sig för alla under samma synpunct. M. H. täckes därföre tillåta at jag nu anförer huru den förefallit mig, och huru jag af varmen såsom et elementariskt ämne vill förklara alla dess phaenomener. Jag skall nu begynna med at besvara några inkast, hvarmed M. H., uti sin ärade skrifvelse, behagat hedra min disputation.

Frågas om det är phlogiston som förorsakar elasticitet hos kropparna och förvandlar dem til subtila ångor? Alla phaenomener komma däruti öfverens, at varmen förvandlar fasta kroppar til flytande och sluteligen til elastica ångor. Phlogiston däremot åstadkommer ej sådana effecter, då det ej har varme i sin förening. Så snart phlogiston antager luftform, har det ganska mycken specific varme; i annat fall finnes phlogiston ofta i forma solida. I min disputation så väl som i sista qvartalet af Vet. Acad. Handlingar har jag sökt bevisa, at all den varme som finnes i kropparna är lös och står i jämnvigt mot den yttre sensibla varmen (ehuru den i hvar och en kropp innehålles i olika grad sammanpackad); hvaraf följer at

varmen aldrig är beröfvad sin elastica egenskap, således kan, i detta afseende, aldrig något främmande ämne vara orsak til dess elasticitet. Frågan blir således endast, om phlogiston altid ingår såsom beståndsdel uti varmen, och om icke det, i detta fallet, kan sägas vara orsaken till varmens spänstighet. Min tanka i detta ämne hoppas jag skall rättnu blifva tydlig, sedan jag närmare fått utföra hela min idee.

At lufter, då de komprimeras, skilja en del varme ifrån sig skulle väl tyckas visa, det varmen endast upfyller deras porer, likasom vatten i en svamp. Men däremot strida många andra phaenomener. En lättare och tunnare luft borde då altid hafva större specific varme än en tätare, men detta träffar ej altid in. Eldsluft är tyngre än aër commun och phlogisticerad luft (förskämd luft), men har dock mycket större specific varme än de båda senare. Men det som alra starkast beviser motsatsen är at specifica varmen i vacuum (el. lufttomt rum) är så godt som aldeles ingen, ehuru där borde vara den mästa varme om varmens mängd skulle rätta sig efter quantiteten af porerna. Varmen är alltså i kropparna häftad i kraft af dess attraction till kropparnas partiklar. Och därföre synes mig den tankan ganska trolig, som sal. Prof. Bergman yttrat, at varmens mängd rättar sig efter superficies interna af alla kroppens particklar, el. dess porer, men ej efter porernas storlek och mängd. Dessa ytor kunna något minskas under luftens hoptryckning, hvarigenom en del varme blir lossad och märkelig, och således är det ganska sannolikt at en ganska stark hetta skulle afskiljas, om luften så starkt kunde comprimeras at particklarna omedelbart vidrörde hvarannan. Och på andra sidan åter, emedan varmen är i högsta grad elastic, så utvidgas han til oändelig tunnhet, då ingenting är som attraherar honom i lufttomt [rum]. Absoluta graderna af varmen uträknas lätt, då man känner specifica varmen hos 2:ne kroppar, som genom sin tilhopablandning utgöra en ny förening och således til sin specifica värme, och därigenom tillika til sin temperatur, undergå någon förändring, sedan man utrönt quantiteten af dessa förändringar. Då snö smältes i vatten, upkommer en betydlig kyla. Snöns sp. varme är til vattnets såsom 9 til 10; således har vattnet vid fryspuncten $^1/_{10}$ mera af absolut varme än snön. Denna $^1/_{10}$ af vattnets absoluta varme är nu densamma som snön måste absorbera innan den kan förvandlas til vatten. Därföre om man enl. Prof. Wilckes rön antager at snön absorberar 72 grader, så följer at 72 grader är $^1/_{10}$ af vattnets varme vid fryspuncten, då följacktligen hela vattnets varme vid samma punct är 720. Antager man åter (enl. mina försök) at snöns absorberade varme är 80 grader, så blir hela varmen 800 gr. Man ponerar här at et vatten af 80 graders varme (öfver fryspuncten) blandadt med lika mycket snö af 0 gr. varme (el. vid sjelfva fryspuncten) förmår at smälta snön så at blandningens temperatur är jämnt 0 grader. Kallar man nu absoluta gradtalet under 0 på thermometern til z, så blir calculen sådan: Vattnets varmes-gradtal är $z + 80$ och dess specifica varme är 10, följakteligen är absoluta quantiteten af dess varme $10 \cdot \overline{z + 80}$; snöns gradtal är z (el. $z + 0$) och dess spec. varme 9, följakteligen dess absoluta varme $9 \cdot z$. Efter blandningen är alltsammans vatten, hvars spec. varme är 10, vattnets quantitet är 2 (näml. så' mycket som snön och vattnet tillsammans vägde) och dess gradtal är z; som nu denna quantiteten af varme är lika stor med summan af vattnets och snöns varme för blandningen, så är $10 \cdot \overline{z + 80} + 9\,z = 2 \cdot 10 \cdot z$; och däraf uttages $z = 800$. Man har valt blandning af snö och vatten, såsom den simplaste, till dessa uträkningar, men detsamma kan ock vinnas af andra phaenomener. Således om 2:ne lika olika kroppar, hvars vigter

äro A, B, hafva hvar sin sp. varme a, b, och sina temperaturer α, β, om vidare dessa kroppar genom sin förening få en ny gemensam spec. varme c och thermometer temperaturen γ, så är summan af deras varme för blandningen $Aa \cdot \overline{z + \alpha} + Bb \cdot \overline{z + \beta}$ lika stor med $\overline{A + B} \cdot c \cdot \overline{z + \gamma}$ (hvilket jag i disputationen sökt bevisa gäller generellt om *alla* föreningar). Häraf får man

$$z = \frac{Aa\alpha + Bb\beta - \overline{A + B} \cdot c\gamma}{\overline{A + B} \cdot c - Aa - Bb},$$

som alltid bör utgöra 800, om försöken med yttersta accuratesse anställas.

Innan jag går längre i detaill om varmens theorie, vill jag nu gå et steg tilbaka och med et exempel förklara ideen af spec. varmen. 1 skålp. vatten har ungefär 8 gg så stor spec. varme som et skålp. järn. Vid fryspuncten har såväl vatten som järn en temperatur af 0 grader på sv. thermometer el. rättare 800 grader absolut kännbar varme. Om nu hela järnets varme skulle transporteras på vattnet, så gjorde det ej mera än 100 graders tillökning i vattnets varme (ty 8 grader hos järn gör endast 1 gr. hos vatten), det är: vattnet skulle endast få kokhetta och järnet få en temperatur af 800 gr. under fryspuncten som är absolut köld. Däremot om hela vattnets varme vid fryspuncten skulle kunna transporteras till järnet, så skulle järnet få 7,200 grader el. 6,400 gr öfver fryspuncten, hvilket vore en obeskrifvelig hetta, ungefär 4 gånger så stor som fordras till järnets smältning. Häraf synes at specifica varmens skiljaktigheter uti diversa kroppar, utmärka ganska stora skiljaktigheter uti deras absoluta varme. Häraf följer vidare at ganska stora förändringar af hetta eller köld uti en kropp, endast därigenom kunna upkomma, at kroppens specifica varme af någon orsak ökas eller minskas samt at det ej är orimmeligt at all upkommen kännbar varme däraf leder sin origine. Alla mig bekanta phaenomener stämma fullkomligen däruti öfverens, at det värkeligen så lärer förhålla sig. Åtminstone inträffa de olika försök med blandningar af vitriolsyra och vatten, af sal comm. och vatten, af sal comm. och snö m. fl. som jag anstält, så noga härmed, at man med tämmelig precision kan uträkna huru stor varmen eller kylan skall bli af dessa blandningar, endast man vet deras spec. varme för och efter blandningen. Jag har således ej mycket kunnat tvifla uppå at icke detsamma äfven gäller om den hetta som upkommer under föreningen af eldsluft och phlogiston. Utaf min afhandling i Vet. Acad. Handl., där jag nämner om MAGELLANS calcul, finnes at hettan skulle blifva obeskrifvelig, om eldsluften på en gång kunde förvandlas till luftsyra. Phlogisticerad luft (förskämd luft) äfvensom vatten har väl något större calor specificus än luftsyra, och därför blir den upkomne hettan något mindre då eldsluft phlogisticeras, men den blir dock så ganska stor, at alla phaenomener af eld och brinnande endast däraf, utan svårighet, kunna deriveras, utan at man har af nöden at antaga någon ny generation af hetta. Om detta således äger grund, så finner man aldrig någon varme produceras, utan endast utvecklas ifrån sin förening, och då tyckes det at varmen värkeligen är et enkelt elementariskt ämne, hvars beståndsdelar ej ännu kunna utrönas. Detta har och förefallit mig mycket troligt, hälst jag svårligen har kunnat föreställa mig, at genom 2:ne grofva kroppars förening, skulle kunna upkomma et ämne som i finhet och spänstighet öfverträffar nästan alt hvad man i naturen har begrepp om.

Jag har dock icke utan något misstroende till mig sjelf antagit detta, så vida det stridt emot den förträffeliga theorie som M H. uti sin bok Von Luft und Feuer upgifvit. Men

sedan M. H. enligt LAVOISIERS försök något ändrat sin theorie, har jag ock tyckt mig något närmare kunna förena alltsammans; endast jag får lof at lämna bortt all consideration af principium oxygenium, ty jag tycker mig behöfva ganska starka skäl innan jag kan vara öfvertygad om at et sådant ämne existerar. Om LAVOISIERS försök, at det upkomna vattnet väger lika mycket med aër pur. och aër infl. tilsammans är med yttersta accuratesse anställdt, så tyckes ingen tvifvel vara at icke eldsluft och flogiston äro beståndsdelar i vatten (ty varmens vigt lärer vara så liten at icke de finaste instrumenter märkeligen kunna utvisa densamma). Dock så vida jag ej nog känner af hvilka skäl M. H. antagit at eldsluften består af principium oxygenium och vatten, så vågar jag ej aldeles neka det. Jag skall nu endast nämna huru saken förefallit mig, emedan jag däraf tycker mig kunna förklara alla de phaenomener, som M. H. anförer, på et sätt som aldeles öfverensstämmer med min theorie om spec. varmen.

Jag antager då at vatten består af phlogiston och aër pur. (aër pur. som förlorat största delen af sin spec. varme, då det af KIRWAN får namn af principium dephlogisticatum). Häraf följer, at aër pur. genom dubbel decomposition kan skiljas ifrån vatten, så snart et ämne är til hands som har tilräckeligen stark attraction til phlogiston och tillika så mycken varme tilkommer som är nödig at bringa aër pur. i luftform, d. ä. att gifva honom sin specifica varme. Således då salpeter eller salpetersyra, som altid hålla vatten uti sig, exponeras för tilräckelig stark hetta, decomponeras vatten och aër pur. afskiljes, emedan salpetersyran har så stark attraction till phlogiston (det kommer an på nogare försök om icke vid dessa operationer all salpetersyra fås igen antingen förenad med phlogiston till salpeterluft el. förvandlad till luftsyra. Försvinner åter någon del af salpetersyran, så tyckes denna med varme kunna utgöra aër pur.). På samma sätt sker det med metallkalker, som nu poneras hålla vatten i sig. (Detta vatten som nu är beröfvat sin spec. varme är i et mera solidt tilstånd än is.) Metallkalken förenas med phlogiston och aër pur. med varme. De ädla metallkalkerna, som hafva stark attraction till phlogiston, kunna på detta sättet helt och hållet reduceras. Med de oädla, som antingen hafva mindre attraction till phlogiston el. större attraction til vatten in substantia el. til aër pur., reduceras endast till en del. Om dessa skola bringas til fullkoml. metallform måste kolstybbe tillsättas. Kolst. består af phlogiston och luftsyra, således sker här med tillhjelp af hetta en flerdubbel decomposition. Phlogiston förenas med metallkalken och vattnet förenas med luftsyran som af den tillkommande hettan tager luftform. På lika sätt förklaras försöket med blykalk och svafvel . . . [?] Några metallkalker förenade med salpetersyra detonera ganska lätt, emedan salpetersyrans attraction til phlogiston här blir ökad af metallkalkens. Oädla metallers calcination tyckes tilgå på det sättet, at hettan bidrager til et lösare sammanhang emellan phlogiston och metallkalken samt ger metallkalken tillika en större portion specific varme, aër pur., som är förhanden, förenas med phlogiston och utgör et solidt vatten som nu emottages af metallkalken. Häraf förklaras fullkomligen de LAVOISIERS försök som visa at metallkalkens tilökning i tyngden är lika stor med vigten af den försvunna aër pur.

Sålunda tycker jag mig kunna applicera denna theorie till alla dylika phaenomener, men vågar dock ännu ej mycket yrka densamma, så länge jag ej känner det öfriga af M. H:s detaill i denna saken. Jag har emellertid velat meddela M. H. mina tankar och utbeder mig

vid tilfälle M. H:s omdöme härom. Det är nu, snart sagt, ingen ända på olika theorier om varmen. Men genom deras jämförande kommer man fortast til den sanna, som ej kan vara mer än en. Så länge massan är i fermentation är den både grumlig, oklar och sammansatt af heterogena ämnen, men ju starkare gäsningen är, dess förr bringas altsammans til en homogen, klar och ren liqueur.

Prof. WILCKES theorie förstår jag mig ännu ej rätt på, men önskade högeligen at den snart måtte blifva utgifven, då den ofelbart skall lämna mycket ljus. At positif och negatif electricitet förenade frambringa eld är onekeligt; men däraf följer väl ej strax at de just äro desamma ämnen som eldsluft och phlogiston. Såvida ljuset altid medföljer i den elektriska gnistan, tyckes åtminstone flogiston vara rådande, om man antager at ljus består af varme och phlogiston, hvilket förefaller mig mycket sannolikt.

En Fransos MAUDUIT påstår at han genom electr. gnistor kunnat bringa alcali causticum till kristaller, samt at alcali därvid bibehållit sin causticitet. Detta har LAVOISIER äfven besannat.

M. H:s afhandling om acetosellsyran är ganska nöjsam att läsa. Hvem skulle väl hafva trott at 2:ne syror som redan så länge blifvit examinerade och jämförda sluteligen skulle finnas vara en och samma? Monne man ej sluteligen skall finna på en clave at determinera alla vegetabiliska syrornas slägtskap, och efter behag förvandla en til en annan.

WEBERS afhandling om kalk och phlogiston har jag läsit och tyckte at den knapt förtjänar at vederläggas. Dock lärer det vara nödigt at något svara därpå, emedan pluraliteten af läsare ej hafva mycket stor urskiljning.

GÖTTLING nämner i sin Taschenbuch 1781, huru han praeparerar deglar som kunna stå emot vitrum plumbi en lång tid. Degeln bestrykes inuti med linolja och beströs med glaspulver, så mycket som kan fastna, hvarpå det brännes i eld och formerar et porcellinsöfverdrag, som i 20 minuter står emot smält vitrum plumbi.

Hvad tror M. H. om den underliga SCHMIDT som KRATZENSTEIN i sina bref til CRELL omtalar at hafva kännt så besynnerliga arcana i chemien? (Crells Entd. 8:de, 12:te del.)

Med synnerlig vördnad har äran at framhärda

Min Högtärade Herres

ödmjukaste tjenare

Johan Gadolin.

(Gadolin bespricht hier in erster Linie seine Ansichten über die Natur der Wärme und verteidigt die in seiner Dissertation dargelegten Anschauungen gegen einige von Scheele gemachte Einwendungen.

Betreffend die Wärmeentwicklung bei der Kompression von Gasen bemerkt er, dass sich die Menge der Wärme in einem gegebenen Körper, wie dies schon Bergman ausgeführt hatte, nach der Gesammtoberfläche aller Teilchen oder Poren des Körpers und nicht nach deren Grösse und Menge richten. Bei der Kompression des Gases wird nun diese Gesammtoberfläche etwas vermindert und hierdurch eine gewisse Menge Wärme freigemacht und am Thermometer nachweisbar. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass eine ganz beträchtliche Hitze entstehen würde, wenn durch eine genügend starke Kompression die Teilchen des Ga-

ses zu unmittelbarer Berührung mit einander gebracht werden könnten. Anderseits kann die Wärmematerie, wegen ihrer Elastizität, im luftleeren Raum ins unendliche verdünnt werden.

Durch einen Vergleich zwischen Wasser und Eis sucht Gadolin dann nachzuweisen, wie die Differenzen in Bezug auf die spezifische Wärme bei verschiedenen Substanzen sehr grosse Unterschiede der bei ihnen enthaltenen absoluten Wärme bedingen müssen. Auch stimmen alle bisher bekannte Erscheinungen darin überein, dass jede fühlbare Wärme aus Veränderungen in der spezifischen Wärme der Körper herzuleiten ist, wie es Gadolin in seiner Arbeit in den Abhandlungen der Königl. schwedischen Akademie der Wissenschaften 1784 näher entwickelt hatte.

Nur mit grossem Misstrauen zu sich selbst wagt Gadolin seine Ansichten auszusprechen. Aber nachdem Scheele die Versuche Lavoisiers berücksichtigend, seine Theorie etwas geändert hat, meint er, dass die meisten Widersprüche enthoben sind. Nur kann er nicht ohne starke Gründe, die noch nicht vorliegen, sich der Annahme von Principium oxygenium anschliessen. Das Wasser besteht nach Gadolin aus Phlogiston und aër pur., welches seiner spez. Wärme beraubt ist. Aus demselben kann also, bei Gegenwart von Körpern, die starke Attraction zu Phlogiston haben, und von Wärme, Feuerluft in Luftform enstehen. Die aus Salpeter, Salpetersäure und den Metallkalken gebildete Feuerluft ist in dieser Weise durch Decomposition von vorhandem Wasser entstanden, indem die Salpetersäure und die Metalle sich mit dem Phlogiston verbinden. Diese Gedanken versucht er durch Beispiele zu beleuchten und meint, dass dadurch auch die Versuche Lavoisiers, welche zeigen, dass die Zunahme des Gewichts der Metallkalke gleich gross wie die verschwundene Feuerluft ist, erklärt werden können. Er bittet, dass Scheele sich über seine Gedanken aussprechen möchte. Es gibt so viele Theorien, aber durch die verschiedenen Meinungen wird die Wahrheit, die nur eine sein kann, befördert.

Die Theorie Wilckes, laut welcher positive und negative Elektricität dasselbe wie Feuerluft und Phlogiston wäre, versteht Gadolin noch nicht recht.

Die Abhandlung Scheeles über die Acetosellsäure hat ihm grosses Vergnügen gemacht. Man wird wohl, sagt er, schliesslich einen Schlüssel finden, mit dem man nach Belieben die verschiedenen vegetabilischen Säuren in einander überführen kann.

Schliesslich bespricht er einige Abhandlungen und Notizen von Weber, Göttling und Schmidt.)

C. W. Scheele an Joh. Gadolin.[1])

Köping d. 26 Dec. 1785.

Högädle Herr Professor.

Om intet min sjuklig tilstånd hela denna tiden tagit all hog från mig både at skrifva och experimentera, hade jag länge sedan hafvit äran tilskrifva H. Professorn.

Min flaska upfyld med acid. nitri fum. blef af solens ljus gul men ingen luft framkom. Det tyckes således vara vist at ljuset måste först brytas och det på åtskilligt sätt innan det

---

[1]) Dieser Brief ist der einzige von denen, die Scheele an Gadolin geschrieben hat, welcher wiedergefunden ist.

undergår någon total dekomposition, och detta sker då när dessa salpeterdunster äro blandade uti luft i glas [?]. Den häftiga stöten som ljuset giör på dessa sura dunster torde uträtta så mycket at det närmare kommer syran på pälsen. Då attraction til phlogiston ökas, kan hända at varmen ej så noga träffar syrans attractionskrets, så framt den (varmen) ej mer blir concentreradt. En solut. Argent. corn. uti liquor. ammon. blef svart uti solstrålar, men ingen luft framkom, likaså skedde med en tunn välling af argent. corn. och vatten; blandningen blef brun men ingen luft.

Om några friska blad af någon växt lägges natten öfver uti en bouteille full med vatten och litet järnfil til samt väl korkas, så har jag funnit att dagen därpå innehåller detta vatten järn uplöst i luftsyra, så att det med galläpple blir helt svart. Men om sådan blandning står ifrån morgon til afton i solsken, håller detta ändå intet järn, ja, om förra bouteillen står 3 timmar väl korkad i solsken, så är all luftsyra borta och vattnet oklart. Färska växter i instängd luft öfver vatten förändra ej luftens volum, men denna luft innehåller något luftsyra. Ställes denna flaska väl täpt i solsken 3 timmar, så är luftsyran borta, ja det sker redan uti dagsljuset utan solsken, allenast den står i 6 timmar. Til sommarn vil Gud skall jag anställa flere försök med växter.

Hr GÖTTLING har ej bekommit Pyrophorus af tartar. vitriolat. [?] och kolstybbe, likaså Hr. WIEGLEB, men har fått en god Pyroph. af alun, som ej innehåller alkali. Det är alt tvärtemot det jag har skrifvit uti min bok om eld och luft. Jag har nu giort efter mina försök och de står sig. GÖTTLING är en osannings älskare, och jag har redan svarat honom uti bref till CRELL. Utan alkali existerar ej någon alun pyrophor. Om sol. alum. fälles med alkali fixo och jorden väl med hett vatten utlutas, solveras i acid. vitriol. och evapor. ad sicc. blandas med kol och $^1/_2$:n calcin. fås ingen Pyroph., men om andra hälft fugtas med solut. tartari [?] och kalk fås en god Pyroph.

Har äran med Högaktning förblifva

Högädle Herr Professorns

ödmjukaste tjenare

C. W. Scheele.

(Scheele ist infolge seines kränklichen Zustandes verhindert gewesen zu schreiben und zu experimentiren.

Er spricht über seine Versuche, die Salpeterdünste sowie Hornsilber durch Licht zu decomponiren, hat aber bei denselben keine Luft erhalten.

Wenn frische Pflanzenblätter in einem mit Wasser gefüllten und etwas Eisenfeile enthaltenden Flasche über Nacht stehen gelassen wird, so enthält das Wasser Eisen in Luftsäure aufgelöst. Am Tage im Sonnenlicht wird dagegen keine Luftsäure gebildet, im Gegenteil verschwindet die, welche vorhandene ist.

Er spricht dann über die Pyrophore und polemisirt gegen Göttling, für dessen Versuche er kein Vertrauen hat.)

Berthollet an Joh. Gadolin.

Paris 13 avril 1789.

rue de Bourbon fauxbourg St Germain

Monsieur.

J'ai reçu, il y a déja quelque tems votre dissertation sur la nomenclature avec la lettre obligeante qui l'accompagnait. J'ai remis à mes confrères les éxemplaires qui leur étaient destinés. Il me chargent de joindre leurs remerciemens aux miens. Vos discussions pleines d'indulgence et de politesse ressemblent bien peu aux critiques amères et aux plaisanteries indécentes que nous avons éprouvées dans ce pays ci. Vous avez rendu justice a nos intentions qui ne pouvaient être que d'applanir les progrès de la science et surtout d'en faciliter l'étude. Nous savons bien qu'un ouvrage comme le nôtre ne vaut pas pour la gloire de leur auteur une seule expérience nouvelle; nous ne pouvions donc avoir que l'utilité pour but. Quelques soins que nous ayons mis dans notre entreprise, nous pensions bien que notre ouvrage devait être défectueux et que le tems pourrait le rendre meilleur; mais il fallait commencer; je dirai même que les progrès nouveaux de la chimie nécessitaient une réforme prompte. Nous avions fait dans nos discussions particulieres la plupart des observations qu'on nous a opposées depuis; mais nous n'avions pû instruire le public des raisons qui nous avaient déterminés pour le choix pour lequel nous nous étions décidés.

Je vais, Monsieur, autant que le permettront les bornes d'une lettre faire à vos observations les réponses que je pourrai faire pour défendre notre méthode et ses détails.

En distinguant la lumiere du calorique nous n'avons point prétendu prendre un parti entre les opinions qui divisent les physiciens sur leur nature; nous nous sommes bornés à assigner deux causes différentes de phénomênes. Que ces deux causes soient des êtres réels ou simplement des modifications des corps, ne fallait-il pas distinguer ces deux principes de phénomênes variés et differens entr'eux?

Nous nous sommes servis du mot calorique par abbréviation de calorifique pour désigner la cause de la chaleur, le principe générateur de la chaleur, quel qu'il soit, parceque nous avons trouvé indispensable de distinger le principe de la sensation qu'il peut produire et que l'on confond avec lui dans le langage ordinaire et que cependant nous ne pouvions emprunter sa dénomination d'une propriété moins essentielle et moins liée avec les phénomênes généraux, telle que celle de réduire quelques substances dans l'état gazeux.

Ce que vous dites sur les radicaux des acides me parait fort juste; ce n'est pour la plûpart des acides qu'une maniere hypothétique de les considérer; c'est une inconnue qu'on a supposée; mais comme cette supposition n'a aucune influence réelle sur la nomenclature et même sur le systême chimique, il me parait qu'on a pû se la permettre; aureste on pourrait supprimer sans inconvenient une grande partie de cette colonne.

A l'égard du mot oxigène, je suis d'un avis tout opposé au vôtre; il me parait suffire qu'une seule substance acquiere l'acidité en se combinant avec le principe que nous dé-

signons par cette dénomination, pour qu'elle puisse être employée. Nous avons cherché des éthimologies qui indicassent des propriétés connues seulement pour servir d'appui à la mémoire; mais nous n'avons pas eû la prétention d'indiquer par le nom d'une substance une propriété générale et constante. Il faut renoncer à cette rigueur d'éthimologie, ou bien toute nomenclature méthodique devient impraticable. Mettez la main a l'oeuvre et vous vous en convaincrez. Croyez vous que le mot de baromêtre, que celui de Volfram, que tous le mots éthimologiques que je pourrais citer soient établis sur des éthimologies plus rigoureuses que celui d'oxigène? Pour moi j'avoue que je le trouve commode, sonore, suffisamment indicatif et meilleur que tous ceux qu'on a proposés depuis que la critique s'éxerce sur la nomenclature.

Vous dites que cette dénomination n'est fondée que sur une hypothèse. N'est-il pas prouvé rigoureusement que le soufre et le phosphore se combinent avec la base de l'air vital et acquierent en même tems l'acidité? Il n'y a rien là d'hypothétique, quel personnage qu'on veuille faire jouer au phlogistique dans ce phénomêne. Le charbon pur ou carbone, et l'azote sont encore dans le même cas. Cela suffit bien. Je pourrais défendre à peu près de la même maniere la dénomination d'hydrogène.

Vous blâmez le nom d'alumine et cependant vous conviendrez que l'acide sulfurique ne dissout qu'une partie de l'argile ordinaire pour former l'alun. Vous ne voudriez pas pour les mêmes raisons qu'on donnât à cette partie le nom de bâse d'alun, et vous rejeteriez de même le nom d'argile pure.

Nous avons crû devoir regarder dans la cinquieme classe l'ammoniaque comme une substance simple, ainsi que la soude et la potasse, parceque pendant quelle agit comme alkali, elle éxerce des affinités qui doivent être comparées à celles d'une substance simple.

Votre observation sur le nom de l'acide nitrique ne nous avait pas échappé; mais ce qui nous a engagés à nous écarter de la regle que nous nous étions prescrite, c'est que l'azote peut être regardé comme base de l'ammoniaque avec autant de raison que comme base de l'acide nitrique. Peut être cependant aurions nous bien fait de préférer le nom d'acide azotique.

Vous proposez une méthode moins éloignée de celle qui était établie pour nommer les sels neutres. Elle eut sans doute été suffisante pour la chimie qui éxiste; mais nous eussions manqué notre but pour l'avenir et surtout pour faciliter l'instruction. Vous ne sauriez croire combien l'instruction devient facile par notre nomenclature toute imparfaite qu'elle est. Mr DE FOURCROY à Paris et Mr CHAPTAL à Montpellier en ont fait l'essai le plus heureux sur quelque centaines d'éléves. Cette jeunesse qui n'est point encore maitrisée par l'habitude qui domine tous les hommes conserve avec une extrême facillité les notions qui auparavant le gravaient avec peine dans leur esprit et étaient toujours en contradiction avec un langage qui à présent lui parait barbare.

Quoi qu'il en soit, Monsieur, nous serons d'accord avec vous dans notre zèle pour les progrès de la science; nous ne cherchons ni à séduire ni à faire secte. Chacun doit conserver la liberté d'opinion, et des rivaux doivent s'aimer et s'estimer. Ce sont les sentimens que nous tâcherons de conserver toujours et dont nous ne nous écarterons jamais dans les Annales de chimie que nous avons entreprises. Il en parait un volume à présent. Vous trouverez dans le second qui paraitra dans trois mois un éxtrait de votre dissertation sans au-

cune réflexion: car nous présenterons avec impartialité toutes les opinions, celles mêmes qui seront les plus opposées aux notres. Nous serions bien flattés que vous voulussiez concourir à enricher cet ouvrage dont il paraitra un volume tous les trois mois, en nous communiquant les nouvelles chimiques du nord.

J'ai l'honneur d'être avec la plus haute estime et les sentimens les plus distingués,

Monsieur, Votre très humble et très obéissant serviteur

Berthollet

de l'académie des sciences.

Joh. Gadolin an Berthollet.[1])

(1789.)

À M:r Berthollet

Monsieur.

J'ai eu l'honneur de recevoir votre lettre obligeante de 13 avril. Je sentis bien, [comme je m'en rappellai aussi avant de composer les Observations contre la Nomenclature Nouvelle],[2]) qu'il est beaucoup plus facile de critiquer les ouvrages d'autrui que de composer des meilleurs. [Aussi je n'avais point osé tenter de composer une nouvelle nomenclature convenable à l'état present de la science.][2]) S'il (en) faut avoir une nouvelle nomenclature chimique la Votre est certainement la meilleure possible. Mais quant à la necessité de cette entreprise, il me paroit que la chose peut être considerée de deux cotés. Si on ne considère que les moyens de faire les jeunes gens apprendre la chimie présente, je conviens qu'une reforme de la nomenclature, qui à tous les égards convient à la manière de penser, que nous avons deja conçue des expériences constatées, et qui n'a rien de contradictoire, est fort utile pour le progrès de la science. La Votre a toutes ces propriétés. Aussi les expériences faites par MM. de Fourcroy et Chaptal prouvent bien son utilité pour faciliter l'étude.

Mais si au contraire on ne considère que l'avenir, comme il est toujours impossible d'appercevoir ses préjugés, avant qu'on soit éclairé par des nouveaux faits, jusqu'alors inconnus, il peut être que l'amélioration future, que vous vous êtes imaginés de votre nomenclature deviendra une réforme actuelle, qui la rendra aussi différente de la Votre comme celleci est de l'ancienne. Peut être après une troisième période une nouvelle methode renversera toutes les autres; et ainsi de suite. Donc la consequence serait qu'on aurait enfin tant de nomenclatures qu'il sera extrêmement difficile ou presque impossible de lire des livres anciens, le plus sur moyen pour connoitre l'histoire de la science, et de l'approfondir, quoique

---

[1]) Nach einem nicht beendigten Konzept. Kleinere Schreib- oder Sprachfehler sind gebessert worden.

[2]) Im Konzept gestrichen.

dans chaque periode il serait plus facile d'être instruit dans les éléments et la manière de concevoir les choses dans cette période. — Vous dirai-je que pour entendre les anciens auteurs, il faut étudier leur manière de penser, et en faisant cela on apprend en même tems leur terminologie. Mais il me parait que cela devient infinement plus difficile quand leurs termes techniques une fois sont radicalement abolis, que si on en aurait retenu les fondamentals. Ainsi il sera après cinquante ans bien difficile de lire nos nouvaux aucteurs qui parlent de phlogistique, si l'on au moins ne conservera la dénomination générale des corps phlogistiques, pour signifier des substances inflammables. De pareille raison je ne desavouerai, qu'il ne sera pas pour les chimistes futurs un bon moyen d'acquerir connaissance de la meilleure manière, que nous avons à cette heure de concevoir les acides, si le mot *oxigène,* signifiant la base de l'air pur, serait adopté, sans qu'on aurait besoin de faire une application trop étendue. Rien ne serait plus à souhaiter, que les chimistes conviendraient d'un langage commun. [Quant aux acides métalliques, je les considère encore toutes comme hypothétiques. L'acide arsenicale est encore la seule dont les propriétés acides sont bien caractérisées; mais celle-ci aussi on n'a encore produit que par le moyen de l'acide marin oxygené. N'est il donc pas probable que l'acide marin puisse être une partie essentielle de cette acide métallique. Le plus sur moyen de discuter cela me parait offrir l'analyse du sel arsenical de MACQUER, préparé de l'arsenic blanche et de nitre bien pur. Si l'on pourrait par exemple par le moyen de l'acide vitriolique séparer l'acide arsenicale de l'alcali végétal ou de la chaux (après qu'on aurait précipité la substance arsenicale du sel de MACQUER par le moyen de chaux); pour voir si cette substance ainsi séparée aurait toutes les propriétés de l'acide arsenicale préparé selon la méthode de SCHEELE.] [1])

Berthollet an Joh. Gadolin.

Paris 24 septembre 1789.

rue du faubourg S:t Denis hôtel du désir

Monsieur.

Mes coopérateurs et moi sommes très sensibles à l'intéret que vous prenez à nos annales. Nous avons profité avec bien de la reconnaissance de la lettre que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire: on l'a imprimée pour le quatrième volume. Nous sommes bien fâchés que les arrangemens que nous avons pris avec notre imprimeur ne laissent à notre disposition aucun éxemplaire pour vous le présenter.

Vous donnez en chimie l'éxemple de cette moderation pour ses propres opinions et de cette indulgence pour celles des autres qu'il serait bien à desirer de trouver dans tous ceux qui cultivent les sciences. J'éspère que vous trouverez toujours que je vous imite en cela. J'aimerai toujours à rendre justice à ceux qui contribueront aux progrès des lumières soit

[1]) Im Konzept gestrichen.

qu'ils suivent une route plus heureuse que moi, soit qu'ils adoptent des opinions analogues aux miennes.

Ayez la bonté, Monsieur, de nous continuer vos bons offices et de nous instruire de vos travaux et de ceux de vos savanes compatriotes. Personne n'est plus pénétré que nous des grands services que votre patrie a rendus à la chimie, et nous nous ferons gloire de faire connaitre dans notre pays ceux qu'elle lui rendra encore; car nous nous ferons honneur d'être vos disciples.

J'ai l'honneur d'être avec beaucoup d'estime et de consideration

Monsieur, Votre très humble et très obéissant serviteur

Berthollet.

Guyton de Morveau an Joh. Gadolin.

d. 20 Julii 1789.

Monsieur.

Je commence par vous prier d'excuser le retard de ma reponse à votre obligeante lettre, j'ai été malade une partie de l'hyver; et a peine en etat de reprendre le travail, il m'a fallu me livrer tout entier à la chymie de l'encydopédie, dont le second demi-volume etoit promis avant pâques, et qui est fini seulement de la semaine dernière. Si vous daignez, Monsieur, m'honorer de votre correspondance je serai exact à la cultiver, elle me dedommagera de ce que j'ai perdu quand votre illustre confrère, M. Bergman, fut enlevé aux sciences, nous ne nous connaissions que par lettres et je suis glorieux de rapeller qu'il m'apelloit dans ses dernieres son cher ami.

J'ai reçu avec bien de la reconnaissance la disputation sur la nomenclature chimique que vous avez eu la bonté de m'addresser et j'ai vu avec bien de la sensibilité que vous aviez bien voulu me nommer avec les celebres académiciens de Paris qui m'ont avoué pour leur coopérateur.

J'avois offert au comité des annales chimiques dont le 1:er tome vient de paroître de lui fournir l'extrait de cette disputation, comme pouvant beaucoup contribuer a l'uniformité de langage par le poids de votre suffrage, M. Berthollet m'a ecrit que M. Adet m'avait prevenu.

Je comprens, Monsieur, que vous ne pouviez adopter des noms qui etoient déterminés par des points de doctrine que vous n'adoptez pas, mais j'espère que les questions qui nous divisent encore s'eclairciront à la fin par les travaux de tant de chymistes pleins de sagacité et d'amour du vrai. J'ai fait de mon mieux dans le demi-volume que je publie pour etablir la nouvelle doctrine dans l'article *air* où j'ai discuté tous les faits, comme devant servir de base a toute la théorie chimique. Cet article qui ferait seul un assez gros volume in 8:o presentera si je ne me trompe la matière sous un point de vue et dans un ensemble qu'on

ne lui avait pas encore donné, et qui etoit peutêtre nécessaire pour lui concilier les opinions de ceux qui auront le courage de revenir à un nouvel examen de ce qu'ils avoient cru sur parole. M. BERGMAN se plaignoit à moi de ce que l'éditeur de l'encyclopédie ne divisoit pas les volumes, il vient de se decider a donner les dictionnaires separés, cela me fait esperer que le diction:re de chimie pourra passer en Suéde, je serois bien flatté que mon travail put obtenir votre suffrage, surtout les articles *affinité* et *air* qui remplissent la moitié du dernier volume.

On vient de nous donner dans le J:al physique la traduction de vos experiences interressantes sur le *blanchir* du cuivre. J'ai vu aussi dans les annales de M. Crell l'extrait que vous lui avez fourni des analyses du spat pesant de M. le prof:r AFZELIUS, j'ai engagé une dame de notre ville qui a donné l'édition des mémoires de SCHEELE (M:me Picardet) à traduire ce morceau pour nos annales chimiques, elle y a envoié deja le memoire de M. HIELM sur l'acide du jus de cerise.

J'ai l'honneur d'etre avec autant d'estime que de respect,

Monsieur

Votre très humble et très obeissant serviteur

De Morveau.

a Dijon le 20 juillet 1789.

P. S. Je pense que notre édition de l'essai de M. KIRWAN vous sera parvenue, si j'avois pu trouver une occasion je vous l'aurois envoyé, mais elles sont très rares même de Paris à Stockholm.

Guyton de Morveau an Joh. Gadolin.

Paris 7 germinal an 5 (27 mars 1797.)

Monsieur et très honoré confrère.

C'est avec une vraie satisfaction que j'ai recu celle par laquelle vous m'annoncez que le 1:er cahier du journal polytechnique vous est parvenu, je commençois à craindre qu'il ne fut resté en chemin. Je viens de remettre à la classe des sciences de l'institut national (qui remplace l'académie) un paquet contenant les 2:e et 3:e Cahiers de ce journal, avec enveloppe portant l'addresse de l'académie Roiale des sciences de Stockholm, pour essaier la voie que vous m'indiquez. L'institut le fera remettre au ministre des relations extérieures, et j'espère qu'il vous parviendra par la 1:ère occassion. J'aurois pû y joindre le 4:e cahier qui a paru, il y a quelques mois; mais j'ai préferé d'en faire dans quelque tems un second paquet, pour ne pas exposer celui ci à rester, à cause de son volume.

Vous y trouverez le prospectus de la reprise de nos annales de chimie, dont les deux 1:ers numéros ont deja paru, et le 3:e paraitra dans la semaine. J'ai cru que vous ne désapprouveriez pas que j'y aie fait inserer une partie de votre lettre, les savants ne peuvent voir

qu'avec beaucoup d'interet nos correspondances se renouveller avec les premiers hommes de l'ecole chimique de Suede, si justement illustre. J'ai lû à l'institut votre lettre et j'y ai vû manifester ce sentiment. Votre opinion sur la cause de la précipitation de la silice par le chaux, est certainement plus probable que celle de M. Stucke. Le *lichtstoff* de M. Richter n'est encore pour nous qu'un principe hypothétique, dont l'existence ne peut etre démontrée en mesure, en poids, en proprietés caracteristiques et chimiquement distinctes. Vous connoissez à cet egard notre circonspection, nous attendrons des preuves autres que des explications qu'on arrange facilement d'après un point supposé.

Je recois la réponse de M. Seguin à la lettre que je lui ai écrite pour lui demander celle que vous desiriez, je crois vous faire plaisir de vous l'envoier en original. Il a formé à Sevres (à 2 lieues de Paris) un tres grand établissement, où il demeure, et fait, comme il le dit, depuis 2 ans tanner les cuirs pour les armées de la République, avec grand succès par sa methode. Vous voiez que nous distinguons dans l'écorce de chêne une substance, comme le principe essentiel en tannage, et que nous nommons *Tannin*, il reste quelque difficulté par raport à celle qui s'unit, même directement, au fer comme je l'ai fait voir il y a longtems, mais on ne peut plus les confondre.

Si la voie de communication devient sûre et facile, j'aurai recours à vous pour me procurer les trimestres de votre académie et ce qui paroitra en Suede sur la chimie et la minéralogie. J'ai en vain demandé jusqu'ici l'oryctographie attribuée à M. Afzelius; et une description des fourneaux à fondre les mines de fer de M. Garney et le 2:e volume de Rinman's Bergwerks.

Je suis avec autant d'estime que d'attachemen, votre confrère affectionné

L. B. Guyton.

P. S. Je crois pour plus de sureté, devoir vous adresser ma lettre à Stockholm.

Mon adresse est actuellement: Guyton-Morveau membre du corps législatif, Rue de Lille n:o 505, à Paris.

L. Crell an Joh. Gadolin.

(London.)

Wohlgebohrner Herr Professor.

Ich danke Ihnen recht sehr, dass Sie die Güte gehabt haben, Hrn de Horencourt so gefällig aufzunehmen und es freut mich, dass Ihnen seine Bekanntschaft angenehm ist. Noch habe ich Ihnen recht grossen Dank für die Correspondenz abzustatten, die Sie mir in Schweden verschafft haben. Denn von den drei Freunden, für die Sie meinetwegen hier Briefe zurückliessen, haben mir bereits zwei, Hr Christofferson und Hr Geijer, auf eine äusserst artige Weise geantwortet, und ich verspreche mir viel Nutzen und Vergnügen von ihren ferneren

Correspondenz, die ich Ihnen allein verdanke. — Die von Ihnen erwähnten Versuche von Hrn WALKER sind allerdings wichtig und haben ausserdem auch ihren Einfluss auf die Lehren von specifischer Wärme; und da nun Hr CRAWFORDS Buch bald fertig ist, so wird dies zur Prüfung jener Lehre und zur endlichen Gewissheit über dieselbe veranlassen. Ihr Zeugniss von der Genauigkeit seiner Versuche hat für mich ein grosses Gewicht. — Was Hr DOLLFUSS aus seinen Versuchen mit Schweinefett und Salpetersäure schliessen will, dass die vegetabilischen Säuren aus Zucker etc. mehr der Salpetersäure, als dem vegetabilischen Stoffe, ihr Daseyn verdanken, ist mir noch nicht einleuchtend, weil jene Säure doch der natürlichen Sauerkleesaltzsäure so ähnlich ist, wo man doch auf die Wirkung der Salpetersäure keine Rücksicht nehmen kann. Sie entbindet deshalb die Zuckersäure, weil sie das einhüllende Phlogiston in sich nimmt. — Ihr Beyfall, den Sie Hrn KIRWANS Buche geben, ist mir sehr angenehm; so wie Ihre Lobsprüche seiner Denkungsart, die ich sehr schätze. Gleichfalls ist mir sehr erfreulich, Sie dadurch veranlasst zu sehen, ein eignes System über diese Gegenstände zu entwerfen, das ich mit Vergnügen dem Publicum vorlegen werde. Ihre Art zu entwickeln, was das Phlogiston sey, indem Sie untersuchen, wo es bleibt, wenn es verbrennt, ist sehr philosophisch und natürlich. Dass Phlogiston, mit Wärme übersättigt, das Licht bilde, würde ich nicht eben unwahrscheinlich finden, wenn mir nicht die unermessliche Feinheit des Lichtes, das alle Körper durchstreicht, im Wege stünde. Übrigens verdient Ihr System alle Aufmerksamkeit, die es auch gewiss von allen Liebhabern der Chemie erhalten wird; und ich bin, ich gestehe es Ihnen, sehr aufmerksam und voller Erwartung der weiteren Beweise für die Sätze, die Sie mit so vielen Scharfsinn aufgestellt haben. Nach Ihrer Meynung wäre also die brennbare Luft nicht nur luftförmiges Phlogiston, — — Doch hiervon nächstens mehr.

Fast mögte ich sagen, ich beneide Sie wegen Ihrer Reise nach Irland mit Hrn KIRWAN; selbst Vergnügen an der Natur zu finden und diese in Gesellschaft eines solchen scharfsinnigen und vertrauten Freundes der Natur anstellen zu können, das muss eine wahre Wollust seyn!! Ich danke Ihnen herzlich, dass Sie mir das gütige Versprechen geben, mir Nachricht von denen dort angetroffenen Merkwürdigkeiten baldigst zu geben. Thun Sie es doch; ich bitte Sie recht sehr; Sie werden mich ungemein dadurch verbinden.

Von chemischen Neuigkeiten melde ich Ihnen nichts, weil Sie theils einiges in den Annalen finden werden, theils weil ich verschiedenes noch an unsern vortrefflichen gemeinschaftlichen Freund, Hr KIRWAN, gemeldet habe. Ich will also für dieses Mahl nichts mehr hinzusetzen, als dass ich mich Ihnen bestens empfehle und mit beständigster Hochachtung allstets verharre

Dero

gehorsamster Diener

L. Crell.

Helmstädt d. 1 Sept. 1787.

L. Crell an Joh. Gadolin.

Wohlgebohrner Herr Professor.

Ihre beyden Briefe habe ich richtig erhalten und danke dafür gehorsamst. Ihre Art den Eisengehalt einer sauren Auflösung zu berechnen, hat mir sehr gefallen.

Mit Vergnügen sehe ich, dass Sie Ihr Vaterland glücklich wieder erreicht haben; mit wie vielen Kenntnissen bereichert muss nicht ein Mann, wie Sie, in dasselbe zurückgekommen seyn. Ich bin sehr bereit, Ihnen die Annalen an Hrn Bohn zu senden; das Geld kann an Hrn Münzmester Knorre abgeliefert werden. — — — Ich freue mich, dass die Herrn Hjelm, Geijer und Christopherson mit der Correspondenz zufrieden sind, die ich Ihrer Güte zu verdanken habe: vom ersten habe ich noch gar keine, vom zweiten auf meinen lezten Brief noch nicht eine Antwort erhalten; erinnern Sie sie doch daran, und bereden Sie sie dazu.

Es ist mir sehr interessant, dass Hr Hjelm einen Molybdenenkönig erhalten hat: Hrn Heyer und Hrn Ilsemann hat es nicht damit gelingen wollen. Ich würde es Ihnen daher sehr verdanken, wenn Sie mir von seinen Versuchen einige vorläufige Nachrichten ertheilen, oder Hrn Hjelm selbst dazu bereden wollten. — Hat denn Hr Afzelius, seitdem er Bergmans (!!) Lehrstuhl bekleidet, noch ganz und gar nichts merkwürdiges geliefert? Freilich ist es schwer, dem Publicum, bey einem solchen Vorgänger, Genüge zu leisten! Wenn er die Schwererde metallisiren könnte, das wäre freylich ein coup de Maitre. — Hrn Hjelms Kirschbeersäure, sagen Sie, käme der Fettsäure am nächsten? Dies wäre für mich sehr interessant, weil ich mich vormahls mit jener sehr beschäftigt habe; ich würde eher vermuthet haben, sie nähere sich der Äpfelsäure. — Ihre Bemerkungen über die Berechnungen der Eisenniederschläge werde ich vorläufig aus Ihrem Briefe abdrucken lassen, und dann auch Ihre ganze Abhandlung im Auszuge liefern, wie sie gedruckt ist. Bey dieser Gelegenheit könnten Sie mich sehr verbinden, wenn Sie die Güte hätten, dass Sie, *so wie ein Quartal* der Abhandlung der Schwed. Stockholm. Academie herauskommt, sogleich *vollständige Auszüge* aus denselben verfertigten (wie sie bisher immer in den Annalen erschienen sind) und sie mir mittheilten. Ich hätte mit meinen Lesern den Vortheil, dass ich Ihre schwed. wichtigen Erfindungen sogleich ganz neu empfinge, da die Quartale sonst erst nach Greifswalde an Hrn Weigel kommen müssen und da bleiben sie oft lange ungenützt, weil Hr. W. oft nicht Zeit hat, die Auszüge sogleich zu besorgen. Wäre es Ihnen möglich, so würden Sie mir durch diese gütige Bemühung einen grossen Gefallen erweisen.

Was chemische Neuigkeiten betrifft, so hat Hr Gmelin Versuche angestellt, die es nicht unwahrscheinlich machen dass man durch Braunstein und Kupfer eine Art von weissem Kupfer erhalten könne, wie sonst aus Kupfer und Arsenick; das wäre schon wichtig. — Hr Westrumb hat, wie Sie in St. VI Ann. jetzt sehen werden, das Glück gehabt, in einem inländischen Producte Sedativsalz zu finden. Kürzlich hat er gezeigt, dass auch die Luftvolle Bittererde das Vermögen habe den Salmiak zu zerlegen. Gegen Hrn Girtanner hat er auch erwiesen, dass keineswegs, wie dieser glaubt, dass blosse Wasser, ohne Luftsäure, das Eisen auflöse, sondern, wenn dies erfolge, allemahl ein anderer Stoff mitwürken müsse. — Hr Heyer

hat die Entdeckung Hrn W. von Sedativs. gleichfalls bestätigt und erweitert. — Bey seinen Versuchen, auf Veranlassung Hrn AMBURGERS fand Hr W., dass aus dem wenigen, was nach Ausgiessung des Destillats von Essig und Salpeterssäure in der Retorte hängen bleibt, sich durch die blosse Einwürknng der äussern Luft, ein ungeheures Volumen an Salpeter- und fixer Luft entwickelt, welche, was äusserst besonders ist, nach Salpeteräther riecht. Unendlich kleine Spuren von Zuckersäure habe er in dem gemeinen destillirten, — — — weniger in der mitteleren Menge von einer gewöhlichen Essigdestillation und am wenigsten im Westendorfischen Essig gefunden.

Doch ich höre auf, aus Furcht, dass mein Brief zu lang werde und Sie ermüde. Haben Sie die Gewogenheit, ich bitte Sie recht dringend, mir recht bald zu antworten und mir recht viele Schwedische chemische Neuigkeiten zu schreiben. Meine liebe Frau und meine beyden ältetesten Kinder, Sohn und Tochter, empfehlen sich Ihnen bestens: ich aber habe die Ehre mit vollkommenster Hochachtung zu verharren

Wohlgebohrner Herr Professor

Dero

gehorsamster Diener

L. Crell.

Helmstädt d. 12 Juli 1788.

J. F. Gmelin an Joh. Gadolin.

Wohlgebohrener Herr Professor.

Nehmen Sie erst für die lehrreichen Schriften, welche Sie mir zu senden die Güte hatte, meinen ergebensten Dank. Hr. Bergrath v. CRELL habe ich seinen Antheil bereits zugestellt. Aus meiner Geschichte der Chemie werden Sie sehen, wie sehr ich LAVOISIER schätze, wenn ich gleich nicht alle seine Sätze als reines Evangelium glaube.

Ich freue mich sehr, dass doch die Einathmungsmaschiene endlich an Sie gekommen ist, und werde mich in Zukunft hüten, so weit es von mir abhängt, dass keine solche Verwechslung mehr eintritt; denn es thut mir leid, dass der erste Band meiner Geschichte der Chemie nicht in Ihre Hände kam; da inzwischen die Koengliche Academie in Stockholm ihn als ein Geschenk von mir aufgenommen und in ihren Schriften als ein solches aufgestellt hat, so sende ich ihr jetzt auch den zweiten und dritten, und Ihnen in der Hoffnung, dass Sie durch H. Lüdecke den zweiten richtig erhalten haben, den ersten und drittten.

Dass Sie den H. LOWITZ eiegeschlossenen Brief noch nicht erhalten haben, thut mir leid, und dass Sie diesen Mann vom Fache, der Ihnen näher ist, als Göttingen und vielleicht gar als Stockholm, und ausnehmende Geschicklichkeit in Anstellung chemischer Versuche und Arbeiten besitzt, noch nicht besser kennen, befremdet mich.

Ich bin jetzt daran, die Glycine in Beryll aufzusuchen; die beiden neuen Metalle, den Chromit und Tellurit, habe ich gefunden. Findet man noch in Finnland am See Lojo und am Strande bei Narko [Nargö?] das Bergfett, welches Linné und andere schwedische Mineralogen erwähnen? Wäre das, so möchte ich wohl in Versuchung gerathen, Sie gelegentlich um eine kleine Probe davon zu bitten.

In seiner acide zoonique hat Berthollet so wenig als in der Blausäure oxygene gefunden; auch nicht in Schwefellebergas, in welchem er doch fast alle Eigenschaften der Säure erkannte; in der Kochsalzsäure, in der Flusspatsäure, in der Boraxsäure, von welcher nächstens eine neue Analyse erscheinen wird, ist es auch noch nicht erwiesen; ist es also wohl der allgemeine Grundstoff der Säuren?

Ich verharre mit aufrichtiger Hochachtung

Ihr

ergebenster Freund

J. F. Gmelin.

Göttlingen d. 21 Aug. 1799.

Sollten Sie von den schwarzen Steinen von Ytterby, die Sie mit H. Ekeberg untersucht haben, eine kleine Probe entbehren können, so würde ich mit Gelegenheit darum ersuchen. Diesen Brief erhalten Sie durch Einschluss des H. Ritt. u. Professor Thunberg über Upsala; das Buch aber habe ich nebst einigen anderen kleineren Schriften dem Paquet an die Königl. Academie beigeschlossen.

J. F. Gmelin an Joh. Gadolin.

Göttingen d. 10 Febr. 1801.

Wohlgeborner Herr Professor.

Für das angenehme Geschenk, womit Sie Ihren erst vor einigen Tagen erhaltenen Brief vom 20 Aug. 1799 begleitet haben, statte ich Ihnen meinen verbindlichsten Dank ab; ich hoffe, dass inzwischen der dritte und letzte Band meiner Geschichte der Chemie und mein Brief mit einer Bitte um Steine von Ytterby glücklich bei Ihnen angelangt ist. Ohne Zweifel wissen Sie schon, dass auch Vauquelin die Yttererde als eine eigene Erde bestätigt hat, und dass Hahnemanns Pneumalkali Borax ist.[1]) Die letzte Entdeckung will man in Berlin gemacht haben. Die Galvanische Batterie, wie sie Volta angegeben hat, beschäftigt jetzt, sowie Herschels Theilung der Sonnenstrahlen in leuchtende und wärmende, die Naturforscher Deutsch-

---

[1]) Ein angebliches neues feuerbeständiges Alkali, das teuer verkauft wurde. Klaproth, Karsten und Hermstädt erkannten es als gewöhnlicher Borax.

Anm. d. Herausgeber.

lands, das Impfen der Kuhpocken seine Ärtzte und heisse Sehnsucht nach Frieden die Herzen seiner Bewohner.

Ihrem wohlwollenden Angedenken empfehle ich mich angelegentlichst, und verharre mit unerlöschlicher Hochachtung

Dero

gehorsamster Diener

J. F. Gmelin.

A. Crawford an Joh. Gadolin.

Dear Sir.

I had great pleasure from the receipt of your obliging letter and shall be happy in future to be favoured with your correspondence. The intercourse, which I had with Mr Gadolin when he was in London, cou'd not I am sure be more agreeable to him than it was to me. I have not a doubt but the experiments to which you allude would be highly deserving of the attention of the Royal Society and I shou'd be much obliged to you, if you would desire Sir JOSEPH BANKS to communicate them to me before they are read.

The effect of a small quantity of air in promoting the formation of vapour is indeed remarkable and deserves to be more particularly enquired into. I hope you have before this time made some farther observations on that subject.

I have lately made some experiments wich I think prove that the separation of aqueous vapour from air produces cold, provided that the vapour be not condensed.

When I introduce equal quantities of dry common air into the cylinders described in my book and immerse them when hot into equal quantities of cold water, the heats which they communicate are equal. But when I introduce a drop of water into one of the cylinders, I find that this cylinder now containing damp air imparts a little less heat than that which contains the dry air. If I introduce *two* drops of the water into the same cylinder, a similar effect is produced; but when I introduce four drops, this cylinder now communicates more heat than the other. I cannot account for this except by supposing that in the first experiments with the damp air the water chemically unites with the air when heated and again separates from it when cold and that during this separation cold is produced.

In consequence of the proposals mentioned in your letter I applied to the Board of Ordnance to send a chemical gentleman to collect specimens in the North of England. To this they have agreed. I shall therefore be much obliged to you, if you will send me a collection of Swedish minerals as we have very few foreign specimens. I shall have it to your judgment to determine the kinds which wou'd be most interesting and you will oblige me if you will be so good and send duplicates of each specimen, because the Duke of Richmond as well as myself wishes for a collection of Swedish minerals. I shall not fail to send you such a

collection as you desire in return, but it is probable that your collection will be more valuable than mine. The Duke will chearfully defray the difference of expence.

I am dear Sir yours faitfully

Adair Crawford.

Lincolns Inn fields July 28 1791.

P. J. Hjelm till Joh. Gadolin.

Stockholm d. 21 Maji 1792.

Högädle Herr Professor.

Sedan jag förlidne höstas blef hindrad att öfversända de Böcker, jag då hade färdiga att till adjunkten Bonsdorff i commission lämna, har jag ock kommit att dröija med besvarandet af Herr Professorns ärade skrifvelse, och det dels för den orsak som redan är nämd, dels för det vi lefvat en tid, då det varit farligt att få och äfventyrligt att skrifva Bref, dels ock för att jag behöft tid att inhämta den nya läran i Chemien. Jag har funnit den mycket vidsträckt i sin tillämpning och väl passande till alla händelser, dem jag ännu granskat; men oacktadt allt detta kan jag ännu ej förklara mig för densamma. Ty först och främst är den såkallade basen i eldsluften en lika osynlig, ohandgripelig och inbillad varelse, som det stackars phlogiston, hvilket ock sjelfve byggmästarene af denna lära medgifva. Dessutom finnes ännu (jag talar om mig) icke någon händelse, som icke lika lätt låter förklara sig, om phlogiston får lof att vara med, och lika fullt icke utesluta luftens basis. Macquers lära förnöjer mig, och var jag aldeles på den speculationen, innan jag fick läsa dess tanckar därom. Hvad är tydeligare än att en kropp, som mister ett lättare och antager ett tyngre ämne i sin förening, måste öka sin tyngd, så mycket som det bortgående ämnets vigt är mindre än det antagnas. Däraf kommer ock att metallerna olika föröka sin tyngd, ty de hålla mer och mindre phlogiston och antaga jämväl mer och mindre luft. Att säga det metallkalkerna ingenting hämta utur kolen, utan hvilka dock ingen reduction kan ske, det synes vara något motsägande, hälst vi veta att en kropp icke öfvergifver sin förra förening utan att få något annat i stället. Och att Metallerna skulle vara så enkla kroppar, som af denna lära följer, det är icke allenast intet troligt, utan ock så mycket jag nu inser stridande mot den öfriga naturen. Detsamma gäller ock om svafvel. Hvad luft är det som icke håller vatten uplöst och således kan vatten helt rikligt komma med in i syror och öka tyngden. Vatten rinner såsom ett såll igenom nya järngrytor, innan de bli brukta. Mon intet vattenångor kunna gå ut igenom porerna af glödgade Metaller och brännbara luften härkomma endast från Metallens Calcination? Man borde försöka med guldrör eller platinarör. Jag påstår mig ej hafva härmed vederlagt den nya läran, som det är rätt svårt att komma åt, för det att vi behöfva varmen därtill, som confunderar säkerligen våra försök. Men det förundrar mig att man velat införa denna läran i vetenskapen, och att man skrifver och omskapar hela systemet därefter, innan

saken ännu är efter upfinnarnes egen utsago till alla delar bevist. Det är säkert att mycket däraf kan äga bestånd, men så är det väl ej så lätt att blotta de finaste länckarna i naturens kedja.

Hvad jag för egen del gjort denna vinter, så har Molybdaena uptagit någon tid, och hvaraf nästa quartal, vill Gud, skall komma att innehålla slutet. Sedan har jag arbetat med att göra emaille glas, som vi hittills köpt af utländingen och det jag hoppas snart kunna göra i stort. Därnäst har jag gjutit några speglar till reflexionstuber, som Baron GEDDA slipat och hvilka lyckats bra nog. Metallen är exellent: svårigheten är endast vid gjutningen, den jag ock hoppas kunna bringa till full säkerhet. Med järnmalmerna har jag önskat men ej medhunnit att arbeta. Den nya läran måste därvid appliceras och granskas.

Min vördnad till Herr Doct. och Biskopen. Jag lefver med högaktning H. H. Professorns

ödmjuke tjänare

Peter Jacob Hjelm.

(Hjelm hat nicht früher den Brief Gadolins beantwortet, theils „weil wir in einer Zeit gelebt haben, in welcher es gefährlich Briefe zu erhalten und eine abenteurliche Sache Briefe zu schreiben gewesen ist", theils weil er Zeit bedurfte sich mit der neuen Lehre in der Chemie vertraut zu machen. Er hat gefunden, dass diese Lehre eine ausgedehnte Anwendung zur Erklärung der Tatsachen erhalten kann, selbst kann er sich aber derselben noch nicht anschliessen. Denn zunächst ist die Basis der Feuerluft ein ebenso unsichtbares und abstraktes Wesen wie das arme Phlogiston, welches auch die Baumeister dieser Lehre zugeben. Ausserdem giebt es keine Tatsache, die nicht eben so leicht erklärt werden kann, wenn man die Beteiligung des Phlogistons erlaubt, und dabei nicht die Basis der Luft ausschliesst. Die Lehre Macquers hat ihm gefallen, er war selbst auf ganz ähnliche Gedanken gekommen. Es ist ja klar, dass ein Körper, der etwas leichteres verliert und etwas schwereres aufnimmt schwerer wird. Die Metalle enthalten mehr oder weniger Phlogiston und nehmen mehr oder weniger Luft auf, woraus folgt, dass die Gewichtszunahme eine verschiedene ist. Es liegt ein Wiederspruch in der Annahme, dass die Metallkalke nichts aus dem Glühfeuer aufnehmen, denn kein Körper verlässt seine frühere Verbindung ohne eine neue einzugehen. Die Metalle sind jedenfalls nicht so einfach, wie die neue Lehre annimmt. Dasselbe gilt vom Schwefel. Luft enthält immer Wasser aufgelöst und kann somit in den Säuren hineinkommen und die Schwere vermehren. Durch neue ungebrauchte Eisentöpfe dringt Wasser wie durch ein Sieb. Wie sollten dann nicht Wasserdämpfe durch die Poren glühender Metalle dringen können und die brennbare Luft nur von der Metallkalcination herrühren? Man musste mit Gold- oder Platinröhren Versuche machen. Er will nicht behaupten, dass er hiermit die neue Lehre wiederlegt habe, aber es wundert ihn, dass man diese Lehre einführen und das ganze System umbauen will, ehe die Sache noch ganz bewiesen ist. Vieles darin ist wohl richtig, aber es ist keine leichte Sache die feinsten Glieder in der Kette der Natur klarzulegen.

Selbst hat Hjelm sich im Winter mit Molybdän beschäftigt und Versuche angestellt Emailleglas im Grossen zu machen. Auch hat er einige Spiegel zu Reflexionstuben gegossen, die Baron Gedda geschliffen hat, und zwar mit Erfolg. Der Metall ist excellent, die Schwierigkeit liegt nur beim Giessen. Mit den Eisenerzen wünscht er zu arbeiten und die neue Lehre dabei anzuwenden und zu prüfen.)

Joh. Gadolin an J. C. Wilcke.

Åbo d. 22 Maji 1794.

Högädle Herr Professor.

Sedan Hr Cap. Arrhenius för några år sedan jämte en hop andra mineralier lämnat mig prof. af den svarta glänsande stenarten, som finnes ibland en röd feltspat uti Ytterby stenbrott, har jag varit angelägen om, at genom chemisk analys taga reda på denna stens beståndsdelar. Många distractioner hafva gjort at jag ej förr hunnit blifva färdig med mina försök, och om jag haft mera af den sten, så skulle jag ej heller ännu ansett mig hunnit til slut därmed. Emellertid lefver jag i det hopp, at Herr Professorn och Kongl. Academien ej ogunstigt anser detta mitt arbete samt at den hosföljande afhandlingen torde få et rum ibland Academiens handlingar. Jag önskade at Hr. Arrhenius fick se den förut, emedan han kanske hade något att jämka om det som angår stället och de af Hr Geijer beskrifna försöken.

Det är ej utan mycken timidité som jag vågar tala om en ny jordart, ty de blifva rätt nu alt för många, om man ej snart kommer på konsten at vidare analytisera dem. Emellertid faller det mig in, at den af mig nu beskrifna torde hafva någon likhet med Klaproths zirkonjord. Jag känner ej mera af Hr. Klaproths beskrifning på denna sin jordart, än det han kortt berättat i Crells Annalen samt det Hr Gmelin i sin athandling de Circonio lapide omnämnt. Skulle Ytterby jordarten vara enahanda med zirkonjorden, så vore redan mycket vunnit, emedan det i mitt tycke ser rätt fatalt ut, om ej hvar och en af de nya jordarterna skulle finnas mer än på et enda ställe eller uti en enda stenart.

Framhärdar med den fullkomligaste vördnad

Högädle Herr Professorns ödmjuke tjenare

Johan Gadolin.

(Gadolin hat vor einigen Jahren von Capit. Arrhenius eine Probe eines schwarzen glänzenden Minerals, welches nebst rotem Feldspath im Steinbruch bei Ytterby vorkommt, erhalten und hat dasselbe analysirt. Viele Umstände haben bewirkt, dass er erst jetzt mit seinen Versuchen fertig ist, und er hätte die Untersuchung noch nicht abgeschlossen, wenn er von der Steinart mehr zur Verfügung gehabt hätte. Er übersendet die betreffende Abhandlung an die Academie und hofft, dass sie günstig aufgenommen wird. Er wünscht, dass Arrhenius dieselbe vor dem Druck zur Durchsicht bekommt.

Nur mit grosser „timidité“, wagt er von einer neuen Erdart zu sprechen, denn diese werden bald zu viele, wenn man nicht die Kunst lernt sie weiter zu zersetzen. Inzwischen ist ihm in den Sinn gekommen, dass die neue Erdart eine gewisse Ähnlichkeit mit Klaproths Zirkonerde besitzt. Er kennt dieselbe jedoch nur aus dem, was Klaproth in Crells Annalen über seine Entdeckung kurz berichtet und was Gmelin in seiner Abhandlung erwähnt. Wenn die Ytterby-Erdart dieselbe wie die Zirkonerde wäre, so wäre schon vieles gewonnen, denn es sieht sehr fatal aus, wenn jede der neuen Erdarten nur an einer Stelle und in einem Minerale vorkäme.)

Verzeichnis der wissenschaftlichen Schriften und Abhandlungen Johan Gadolins.

1. Dissertatio chemica de analysi ferri, quam, venia ampliss. facult. philos. praeside Mag. Torbern Bergman, publice ventilandam sistit Johannes Gadolin, Aboa-Fenno. Upsaliae. 1781. 74 S. 4:o. — Wiedergedruckt unter den Titel „De analysi ferri“ in Bergmans Opuscula physica et chemica. (Editio I. Vol. III. S. 1—107. Upsala 1783. Editio nova. Vol. III. S. 1—108. Leipzig. 1786.)

2. Dissertatio gradualis de problemate catenario, quam, venia ampl. facult. philos. praeside Mag. Freder. Mallet, publico examini subjicit Johannes Gadolin, Aboa-Fenno. Upsaliae. 1782. 36 S. 4:o. 1 Pl.

3. Dissertatio chemico-physica de theoria caloris corporum specifici, publico examini subjiciunt Joh. Gadolin et Nicolaus Maconius. Aboae. 1784. 30 S. 4:o. — Ausführl. Referat in Crells chem. Annalen 1787. I. S. 469–477.

4. Rön och anmärkningar om kroppars absoluta varme. K. Svenska Vet. Acad. handl. 1784. S. 218—236. — Übers: „Versuche und Bemerkungen über die unbedingte Wärme der Körper“. Crells chem. Annalen 1786. I. S. 263–265, 340—350. — Ref. von G. G. Schmidt in Neues Journ. der Physik von Gren. Bd. 1 (1795). S. 199—201.

5. Einige Bemerkungen über die Natur des Phlogistons. Crells chem. Annalen 1788. I. S. 3—17.

6. Rön och anmärkningar om järnmalmers proberande på våta vägen. K. Sv. Vet. Acad. handl. 1788. S. 115—137. — Einige Bemerkungen über die Beschaffenheit und den Eisengehalt des Berlinerblaus. Crells chem. Annalen 1788. I. S. 503—511. — Versuche und Anmerkungen über das Probiren der Eisenerze auf dem nassen Wege. Crells chem. Annalen 1789. II. S. 325—351.

7. Animadversiones in novam nomenclaturae chemicae methodum, quas cons. ampliss. facult. philos. publico subjicit Joh. Gadolin. Resp. Nicolao Avellan. Aboae. 1788. 26 S. 8:o. — Ref. (Einige Bemerkungen über die neue chemische Kunstsprache) in Crells Beiträge z. d. chem. Annalen 1789. IV. S. 77—89. Ausf. ref. von M. Adet in Ann. de Chim. et Phys. Bd. II. (1789). S. 191—206.

8. Om kopparns förmåga att fälla tenn ur dess upplösning i vinsyra. K. Sv. Vet. Acad. handl. 1788. S. 186—197. — Von dem Vermögen des Kupfers das Zinn aus seinen Auflösungen in

der Weinsteinsäure zu fällen. Crells chem. Annalen. 1790. I. S. 260—273. — Expériences sur la cause de la propriété du cuivre de précipiter l'étain dissous dans l'acide de tartre. Traduit du Suedois par Dollfuss. Avec remarques sur la mémoire précédent par P. N. de Gedda. Observ. sur la physique, sur l'histoire naturelle et sur les arts, par Rozier, Mongez et de La Métherie. T. 34 (1789). S. 363—369.

9. Ytterligare rön om hvitkokning. K. Sv. Vet. Acad. handl. 1789. S. 292—302. — Versuche über das Weisskochen. Crells chem. Annalen 1790. I. S. 343—355. — Suites des expériences sur le blanchir d'un métal par l'étain. Observ. sur la physique, l'hist. nat. et arts par Rozier etc. T. 34 (1789). S. 430—435.

10. Undersökning huruvida Brunsten kan förvandlas i kalkjord. K. Sv. Vet. Acad. handl. 1789. S. 141—150. — Untersuchung in wiefern Braunstein in Kalkerde verwandelt werden kann. Crells chem. Annal. 1790. I. S. 129—140. Grens Journal d. Physik. Bd. 1 (1790). S. 264—274. — Ref. Ann. de Chimie. IX. S. 97—98.

11. Allmänna anmärkningar om varmens inverkan på kropparnas chemiska attractioner. K. Sv. Vet. Acad. handl. 1790. S. 97—106. — Allgemeine Anmerkungen über die Einwirkung der Wärme auf die chemischen Anziehungen der Körper. Crells chem. Annal. 1791. I. S. 448—459. Grens Journ. d. Physik. Bd. 4 (1791). S. 220—230. — Réflexions générales concernant l'effet de la chaleur sur les attractions chimiques des corps. Ann. de Chimie. XVII. S. 101—111. (1793). — Allgemeine Bemerkungen über die Wirkung der Wärme auf die chemischen Verwandschaften der Körper. Crells chem. Annal. 1798. I. S. 221—330.

12. Rön om Rå-salpeters luttrande genom kolstybbe. K. Sv. Vet. Acad. handl. 1791. S. 24—39. — Versuche über das Läutern des rohen Salpeters durch Kohlenstaub. Crells chem. Annal. 1791. I. S. 518—535. — Expériences sur la manière de lessiver et purifier le salpêtre crud par la moyen du poussier de charbon ou le charbon en poudre. Ann. de Chimie. XVI. (1793). S. 180—202.

13. Beskrifning på en förbättrad afkylningsapparat för Bränvins-brännerier. K. Sv. Vet. Acad. handl. 1791. S. 193—213.

14. Disquisitio de theoria caloris corporum specifici. Nova Acta soc. scient. Upsaliensis. V. (1792). S. 1—49.

15. Dissertatio chemica de theoria calcinationis. Resp. J. H. Mennander. Åbo. 1792. 15 S. 4:o.

16. Dissertatio chemica de natura metallorum. I. Resp. I. Unonius. II. Resp. I. Forsell. Åbo 1792. 22 + 12 S. 4:o.

17. Anmerkungen über die Bestandtheile des Weingeistes und die Unreinigkeiten im Kornbrannteweine. Crells chem. Annal. 1794. I. S. 158—177.

18. Chemisk afhandling om flussers värkan vid järnmalmers proberande genom smältning. (Disput.). Resp. C. O. Bremer. Åbo 1794. 32 S. 4:o. — Ueber die Wirkung der Flüsse beim Probieren der Eisenerze durch Schmelzung. Crells chem. Annal. 1796. II. S. 280—288, 304—324, 385—393.

19. Undersökning af en svart tung stenart ifrån Ytterby stenbrott i Roslagen. K. Sv. Vet. Acad. handl. 1794. S. 137—155. — Von einer schwarzen, schweren Steinart aus Ytterby Steinbruch in Roslagen in Schweden. Crells chem. Annal. 1796. I. S. 313—329.

20. Dissertatio academica de theoria solutionis chemicae. Resp. M. Harfvelin. Åbo 1795. 12 S. 4:o.

21. Dissertatio chemica de natura salium simplicium. Resp. J. G. Haartman. Åbo 1795. 31 S. 4:o.

22. De oxidatione sulphuris per acidum nitri. Acta academiae naturae curiosorum. 1795.

23. Dissertatio academica de speciebus solutionis chemicae. Resp. M. Sylvén. Åbo 1779. 10 S. 4:o.

24. Dissertatio chemica de natura carbonis vegetabilis. Resp. Th. Kriander. Åbo 1798. 11 S. 4:o.

25. Dissertatio chemica de acido carbonico. Resp. H. G. Alcenius. Åbo 1798. 8 S. 4:o.

26. Dissertatio chemica de silica ex solutione alkalina per calcem praecipitata. Resp. J. Holstius. Åbo 1798. 18 S. 4:o. — Ueber die Niederschlagung der Kieselerde aus der Kieselfeuchtigkeit vermittels Kalkerde. Allg. Journ. d. Chem. von Scheerer. Bd. 7 (1801). S. 31—44. — Ref. in ders. Zeitschr. Bd. 1 (1798). S. 709—710, und in Ann. de Chimie. XXII (1797), S. 109—110.

27. Inledning till chemien. Åbo 1798. 150 S. 8:o. — Anmeldung u. Recension in Ann. de Chimie. XXIV (1797), S. 111—112 von L. B. G. (Louis Bernard Guyton de Morveau), sowie in Crells chem. Annal 1801. I. S. 253—254. Unterz. J.

28. Anmärkningar om Säkylä qvarnstensbrott. (Disp.) Resp. G. J. Bergroth. Åbo 1801. 14 S. 4:o. — Hrn Prof. Gadolins Bemerkungen über die Mühlsteine, welche in Säkylä in Finnland brechen, und ihre Entstehungsart (übers. von Blumhof). Crells chem. Annal. 1802. II. S. 247—256, 348—357.

29. Animadversiones in commentationem nobilissimi VON CRELL de notione carbonii. (Disp.) Resp. I. Montin. Åbo 1801. 14 S. 4:o. — Bemerkungen über den Begriff des Kohlenstoffs. Nebst einigen Anmerkungen von BR VON CRELL. Crells chem. Annal. 1802. I. S. 396—410.

30. Dissertatio chemica animadversiones celeberrimi GMELIN in theoriam LAVOISIERIANAM de natura acidorum examinans. Resp. E. O. Sellin. Åbo 1801. 11 S. 4:o. — Prüfung der Einwürfe des Hrn. H. R. GMELIN gegen Lavoisiers Theorie von der Natur der Säuren. Crells chem. Annal. 1803. I. S. 50—60.

31. Dissertatio chemica animadversiones celeberrimi GMELIN in theoriam LAVOISIERIANAM de natura acidi nitrici examinans. Resp. J. J. Erling. Åbo 1801. 10 S. 4:o. — Prüfung der Einwürfe des Hrn Hofraths GMELIN gegen die Lavoisiersche Theorie von der Natur der Salpetersäure. Crells chem. Annal. 1803. I. S. 211—219.

32. Dissertatio chemica animadversiones celeberrimi GMELIN in theoriam LAVOISIERIANAM de natura acidi carbonici examinans. Resp. J. A. Montén. Åbo 1801. 18 S. 4:o. — Prüfung der Ein-

würfe des Hern Hofraths Gmelin gegen die Lavoisiersche Theorie über die Natur der Kohlensäure. Crells chem. Annal. 1803. I. S. 313—323.

33. Dissertatio chemica animadversiones celeberrimi Gmelin in theoriam Lavoisierianam de natura acidi phosphorici examinans. Resp. J. J. Björksten. Åbo 1802. 21 S. 4:o.

34. Dissertatio chemica animadversiones celeberrimi Gmelin in theoriam Lavoisierianam de natura acidi sulphurici examinans. Resp. J. M. Lindemarck. Åbo 1802. 18 S. 4:o.

35. Dissertatio chemica de sulphate potassae. Resp. H. Hartwich. Åbo 1802. 13 S. 4:o.

36. Dissertatio chemica de sulphate potassae acidulo. Resp. E. Wenell. Åbo 1802. 8 S. 4:o.

37. Om pottasketillverkning och calcinering. Finska Hushålln. sällsk. handl. I. S. 198—217, mit 2 Taf. Åbo 1803.

38. Anledningar till befordrande af oljetillverkningen i Finland. Finska Hushålln. sällsk. handl. I. S. 218—244, mit 1 Taf. Åbo 1803.

39. Dissertatio chemica de sulphate sodae. Resp. J. G. Askelöf. Åbo 1804. 16 S. 4:o.

40. Dissertatio chemica de sulphate ammoniacae et magnesiae. Resp. C. J. Holm. Åbo 1805. 8 S. 4:o.

41. Dissertatio chemica de sulphate magnesiae. Resp. J. Ikalén. Åbo 1805. 10 s. 4:o.

42. Diss. chemica de sulphate calcis. Resp. D. F. Roschier. Åbo 1805. 12 S. 4:o.

43. Dissertatio chemica de sulphate ammoniacae. Resp. A. Winter. Åbo 1805. 8 S. 4:o.

44. Dissertatio chemica de sulphate argillae. Resp. A. H. Winter. Åbo 1805. 8 S. 4:o.

45. Dissertatio chemica de alumine. Resp. G. Törnquist. Åbo 1805. 16 S. 4:o.

46. Dissertatio chemica de sulphate barytae. Resp. C. Plantin-Cavander. Åbo 1805. 14 S. 4:o.

47. Dissertatio chemica de nomenclatura salium. I. Resp. A. L. Selander. II. Resp. J. E. Wessén. III. Resp. C. G. Saedén. Åbo 1807. 36 S. 8:o.

48. Svar på Kongl. Finska Hushållningssällskapets prisfråga: Hvilka slöjder och manufacturer äro för våra finska städer de tjenligaste och förmonligaste? Hvilka orsaker hafva hittils hindrat dessa näringars fortkomst i vårt land? Och hvilka medel äro derföre att vidtaga till deras lyckligare trefnad? Hushållningssällskapets handl. II. 1—74. Åbo 1807.

49. Dissertatio chemica de cupro albo Sinensi. I. Resp. C. J. af Tengström. II. Resp. L. J. Prytz. III. N. A. Ursin. Åbo 1810. 83 S. 4:o.

50. Disquisitio de limitatis in salium compositione proportionibus. Mém. d. l'acad. des sciences de St. Petersbourg. T. VI (1818). S. 596—659.

51. Dissertatio academica Historiam doctrinae de affinitatibus chemicis exhibens. I. Resp. M. Baeck. II. Resp. P. A. v. Bonsdorff. III. Resp. C. D. v. Haartman. IV. Resp. C. E. Eklund. V. G. J. Costiander. VI. Resp. E. U. Sylvander. VII. Resp. G. W. Ekqvist. VIII. Resp. V. R. Brummer. IX. Resp. G. Ringvall. X. Resp. G. A. Heldaan. XI. Resp. G. W. Ekqvist. XII. Resp. J. A. Gadolin. XIII. Resp. J. G. Chydenius. XIV. Resp. A. W. Wallenius. XV. Resp. J. J. Pippingskjöld. Åbo 1815—1819. 204 S. 4:o.

52. Descriptio et analysis chemica Steinheiliti. Mém. de l'acad. des sciences de St. Petersbourg. T. VI (1818). S. 565—592. — Schweiggers Journ. XXV (1819). S. 478—498. — Ref. Annal. générales d. sciences phys. III (1820). S. 214—216.

53. Tentamen chemico-mineralogicum de granatis, complectens analysin granati Orijerviensis. (Disp.) Resp. G. Idestam. Åbo 1819. 39 S. 4:o.

54. Index fossilium analysibus chemicis examinatorum, ratione ponderis, capacitatis et oxygenii partium designatorum. I. Resp. J. Forsman. II. Resp. G. J. Forsman. III. Resp. G. F. Zandt. IV. Resp. N. H. Pinello. V. Resp. A. A. Laurell. VI. Resp. G. F. Laurell. VII. Resp. J. von Becker. VIII. Resp. J. H. Sirén. IX. Resp. J. J. Grönros. X. Resp. J. A. W. Munck. Åbo. 1823. 69 S. 2:o.

55. Systema fossilium analysibus chemicis examinatorum secundum partium constitutivarum ordinatorum. Berolini, apud G. Reimerum. 1825. 240 S. 4:o.

56. Novus fossilium index rationes ponderis, capacitatis et oxygenii partium constitutivarum ostendens. I. Resp. C. W. Ramstedt. II. Resp. G. H. Schroderus. III. Resp. F. A Borg. IV. Resp. Ch. Kullman. V. Resp. S. E. Sjöman. VI. Resp. O. U. Tulindberg. VII. Resp. N. A. Lund. VIII. Resp. J. A. Holm. IX. Resp. G. W. Riddelin. X. Resp. O. W. Mohell. XI. Resp. G. W. Himberg. XII. Resp. J. F. Lindberg. XIII. Resp. J. J. af Gadolin. Åbo 1827. 103 S. 4:o.

57. Observationes de cupro albo chinesium „Pe-tong" vel „Pack-tong". Nova Acta soc. scient. Upsal. T. IX (1827). S. 137—157.

58. Commentatio de gemmis arte procreandis. (Disp.) I. Resp. A. G. von Pfaler. II. Resp. G. de Besche. III. Resp. B. O. Lille. Åbo 1827. 37 S. 8:o.

Correspondenzen, die im Druck erschienen sind.

Crells chemische Annalen:

1. *Jahrg. 1787. I.* S. 335—336. Dat. Amsterdam. Referirt *Troostwyks* Theorie über die Zusammensetzung der Luftarten.

2. *Jahrg. 1787. I.* S. 535—536. Dat. London. Referirt seine eigene Arbeiten in der Wärmelehre.

3. *Jahrg. 1788. I.* S. 144—148. Dat. London. Berichtet über seine in der Gesellschaft *Kirwans* gemachte Reise nach Irland.

4. *Jahrg. 1788. I.* S. 226—229. Dat. London. Fortsetzung des Reiseberichts.

5. *Jahrg. 1788. I.* S. 328—331. Dat. London. Referirt Untersuchungen von *Crawford* über die spec. Wärme und von *Dollfuss* über die Einwirkung von Salpetersäure auf Fett.

6. *Jahrg. 1788. I.* S. 415—419. Dat. London. Berichtet über *Wedgwoods* weissen Thon, äussert sich über die Bildung der Flintensteine und entwickelt seine Ansichten über das Phlogiston.

7. *Jahrg. 1788. II.* S. 50—51. Dat. London. Spricht über seine und *Crawfords* Arbeiten über die Wärme und erwähnt, dass er *Lorgnas* Angabe über die Umwandlung von mineral. Alkali in Bittererde nicht bestätigen kann.

8. *Jahrg. 1788. II.* S. 140—143. Dat. Gravesand. Ergänzt seine Angaben über das Berlinerblau und die volumetrische Bestimmung des Eisens. Referirt Arbeiten von *Priestley, Blagden* und *Westrumb.*

9. *Jahrg. 1788. II.* S. 328—329. Dat. Åbo. Berichtet über *Hjelms* Darstellung des Molybdäns und einige andere chemische Neuigkeiten.

10. *Jahrg. 1789. I.* S. 422—223. Ueber das Weisskochen des Kupfers.

11. *Jahrg. 1791. I.* S. 244—245. Berichtet über ein aus Kupfer und Braunstein erhaltenes Metall, das er in London gesehen habe, und referirt Arbeiten von *Hjelm.*

12. *Jahrg. 1791. II.* S. 52—55. Ueber die entfärbende Kraft der Kohle und über eine Zersetzung der Kohlensäure.

13. *Jahrg. 1791. II.* S. 146—149. Antwort auf *Stuckes* Kritik von der Abhandlung Gadolins über Berlinerblau.

14. *Jahrg. 1791. II.* S. 256—257. Fortgesetzte Polemik mit *Stucke.*

15. *Jahrg. 1793. II.* S. 155—156. Berichtet kurz über seine Dissertationen „*De theoria calcinationis*“ und „*De natura metallorum*“.

16. *Jahrg. 1794. I.* S. 181—182. Referirt *C. Rinmans* Untersuchungen über kaltbrüchiges Eisen.

17. *Jahrg. 1794. II.* S. 517—523. Über die Bereitung des Blutlaugensalzes für die Analyse des Eisens.

18. *Jahrg. 1796. II.* S. 626—631. Referirt seine Untersuchungen über die Wirkungen verschiedener Flüsse auf Eisenerze.

In Annales de Chimie:

19. *T. IV.* (1790). S. 16—18. Lettre de M. Gadolin à M. Berthollet. Erwähnt *Hjelms* Untersuchungen über das Molybdän und referirt seine eigene Versuche über die vermeintliche Umwandlung des Braunstein in Kalk. — Übers. in Crells Beyträge zu d. chem. Annal. Bd. 4. (1794). S. 104—107.

20. *T. XI.* (1791). S. 26.—29. Lettre à Cit. Guyton (ci-devant de Morveau) par Jean Gadolin. Bericht über seine Arbeiten der spec. Wärme betreffend u. litterarische Neuigkeiten aus Schweden. — Übers. in Crells Annal. 1796. I. S. 42—44.

21. *T. XXII.* (1797). S. 109—110. Lettre à Cit. Guyton. Über die Fällung der Kieselsäure durch Kalk und über Gadolins Verbrennungstheorie, anlässlich seines Lehrbuchs.

22. *T. XXVII.* (1798). S. 320—321. Extrait d'une lettre de M. Gadolin au cit. Guyton. Sur la précipitation de la chaux par la Silice. Avec une note du cit. *Guyton* sur ce sujet.

WISSENSCHAFTLICHE ABHANDLUNGEN

JOHAN GADOLINS

IN AUSWAHL.

ABHANDLUNGEN.

		Seite
I.	De theoria caloris corporum specifici	1—15
II.	Versuche und Bemerkungen über die unbedingte Wärme der Körper	16—27
III.	Disquisitio de theoria caloris corporum specifici	28—53
IV.	Ueber die latente Wärme des Wasserdampfes	54—55
V.	Einige Bemerkungen über die Natur des Phlogistons	56—61
VI.	Animadversiones in novam nomenclaturam chemicam	62—72
VII.	Allgemeine Anmerkungen über die Wirkung der Wärme auf die chemischen Anziehungen der Körper	73—78
VIII.	De theoria calcinationis	79—86
IX.	De natura metallorum	87—101
X.	De theoria solutionis chemicae	102—107
XI.	De speciebus solutionis chemicae	108—113
XII.	De natura salium simplicium	114—128
XIII.	De natura carbonis vegetabilis	129—134
XIV.	De acido carbonico	135—140
XV.	Bemerkungen über den Begriff des Kohlenstoffs	141—147
XVI.	Prüfung der Einwürfe des Hrn Gmelin gegen Lavoisiers Theorie von der Natur der Säuren	148—152
XVII.	Animadversiones Celeberrimi Gmelin in theoriam Lavoisierianam de natura acidi phosphorici examinans	153—161
XVIII.	Prüfung der Einwürfe des Hrn. Hofraths Gmelin gegen die Lavoisier'sche Theorie von der Natur der Salpetersäure	162—165
XIX.	Prüfung der Einwürfe des Hrn. Hofraths Gmelin gegen die Lavoisier'sche Theorie über die Natur der Kohlensäure	166—170
XX.	Animadversiones Celeberrimi Gmelin in theoriam Lavoisierianam de natura acidi sulphurici examinans	171—178
XXI.	De nomenclatura salium	179—191

Seite

XXII. Einige Bemerkungen über die Bestandtheile und den Eisengehalt des Berlinerblaus . . . . . 192—195

XXIII. Versuche und Anmerkungen über das Probieren der Eisenerze auf dem nassen Wege . . . . . 196—207

XXIV. Von dem Vermögen des Kupfers das Zinn aus seinen Auflösungen in der Weinsteinsäure zu fällen . . . . . 208—212

XXV. Versuche über das Weisssieden . . . . . 213—218

XXVI. Untersuchung in wiefern der Braunstein in Kalkerde verwandelt werden kann 219—223

XXVII. Versuche über das Läutern des rohen Salpeters durch Kohlenstaub . . . . 224—231

XXVIII. Anmerkungen über die Bestandtheile des Weingeistes und die Unreinigkeiten im Kornbranntweine . . . . . 232—240

XXIX. Von einer schwarzen Steinart aus Ytterby Steinbruch in Roslagen in Schweden 241—248

XXX Ueber die Niederschlagung der Kieselerde aus der Kieselfeuchtigkeit vermittelst Kalkerde . . . . . 249—255

XXXI. Bemerkungen über die Mühlsteine, welche in Säkylä in Finnland brechen, und ihre Entstehungsart . . . . . 256—263

Correspondenzen Joh. Gadolins, die im Druck erschienen sind, in Auswahl . 264—283

I.

De theoria caloris corporum specifici *).

Nec enim omnia, nec tanta visimus, quanta sunt: sed acies nostra aperit sibi investigando viam: et fundamenta veri jacit, ut inquisitio transeat ex apertis in obscura.

SENECA.

---

§. 1.

Calidum corpus frigidiori applicatum huic de suo calore communicat, donec aeque calida utraque fiant; et quo majore caloris gradu praevaluerit eorum unum, eo majorem ejusdem copiam contrahit alterum. Calor enim sua sponte aequaliter diffunditur per universam corporis dati massam, ideoque si nova caloris copia aliunde inferatur corpori, haec iterum aequaliter se expandit per totum corporis volumen.

Hinc inire licet rationem aestimandi quantitatem caloris. Est nimirum haec in quolibet corpore, ut ejus massa atque gradus temperaturae conjunctim. Ita duae portiones aquae aequales, inter se commixtae, gradum thermometro ostendunt semisummae graduum ante mixturam aequalem: si vero inaequales fuerint quantitates commixtarum, ita per utrasque conjunctas dividitur calor, ut, si aquae quantitates vocentur A, B, caloris gradus α, β, gradus communis fiat $\frac{A\alpha + B\beta}{A + B}$ a).

---

*) Dissertatio chemico-physica de theoria caloris corporum specifici, quam venia ampliss. facult. philos. publico examini subjiciunt JOHANNES GADOLIN, phil. mag, et aman. bibl. reg. Acad. Aboensis et NICOLAUS MACONIUS, rossia-viburgensis. Aboae. MDCCLXXXIV.

a) Haec quidem jam plana sunt atque extra dubitationis aleam posita, sed recentissimorum id debetur industriae. Ne enim quid dicam de antiquis, quorum manicas Proteus ille, ignem puta caloremve, totus evasit, recentioris etiam aevi assiduos Naturae Scrutatores lubricus idem frustavit. Dubium facile nemini esse potuit, quin ex calidiore aqua, frigidiori adfusa, temperatura quaedam nascatur media; qualis vero communicatio caloris sit, et quanta per partes distributio, experimentis indagandum fuit.

Idem evenit, si, loco aquae, experimento inservierit alia quaecunque materia liquida; ex. gr. si duae portiones homogeneae olei vel spiritus vini vel hydrargyri etc. commixtae fuerint. Quin etiam idem est eventus experimenti, si solida ejusdem indolis sibi invicem misceantur, modo in pulverem satis subtilem divisa sint, ut repentina fieri queat commixtio atque caloris communicatio.

Si vero inter corpora diversae indolis communicetur calor, gradus communis calculo memorato non detegitur. Quantitas enim caloris, quae in ejusdem generis corporibus rationem sequitur ex quantitate materiae et gradu thermometri compositam, in corporibus diversis ad aliam simul alligatur legem, quae a peculiari singulorum indole dependet. Sic differunt

---

Primus quidem, ita referente Cel. Krafft, (comment. Petrop. T. XIV) J. B. Morinus, in *Astrologia Gallica*, determinaturus temperiem duorum mixtorum, huic innititur fundamento, quod *communis sit Philosophorum sententia, mixtum admittere duntaxat octo gradus contrariarum facultatum* (videtur cogitasse divisionem graduum thermometri. Prima enim thermometra aërea scalas continebant in octo partes divisas). Obscuris Astrologi verbis insistens, talem, ex ejusdem placitis, calculum deduxit Krafftius: Sint duo liquida a, b, eorum caloris gradus m, n; erunt, ex sententia Morini, frigoris gradus $8-m$, $8-n$. Sit x quantitas frigoris, quod in calidiore corpore b producitur; et y quantitas caloris in frigidiore a producti. Tum sequentes assumuntur propositiones $x:y=\overline{8-m}\cdot a:nb$; et $x+y=8-m-\overline{8-n}=n-m$: ex quibus habetur $x=\frac{\overline{8-m}\cdot an-am}{nb+8a-am}$, adeoque calor in mixto productus $m+y=n-x=\frac{n^2\,b+\overline{8-m}\cdot ma}{nb+8-m\cdot a}$. Hoc in exemplis a Morino allatis proxime cum experientia quadrat; in aliis vero interdum longissime a veritate aberrat.

Rationi magis convenienter suspicatus est Carol. Renaldini (Natural. Philos. Tom. 3. P. post. Diss. 16. Sect. 12) calorem aequaliter per omnem massam duarum aquarum commixtarum diffundi, indeque proposuit constructionem scalae thermometricae talem, ut unitate notetur punctum, ad quod adscendit liquor thermometri in mixtura unius partis aquae fervidae atque undecim partium frigidae; binario ad quod adscendit in mixtura duarum fervidae partium et decem frigidae, et sic porro ad duodecimum usque gradum, quem ostendat thermometrum in aqua fervida sola. Utcunque vero plana atque rationi consona haec jam habeantur, non tamen veritus fuit Cl. Wolfius (Elem. aërom. §. 213) istam constructionem manifesto falsam judicare; quasi scil. scala Renaldini non ostendat gradus caloris simplum, duplum, triplum etc. sed quales sunt numerorum $\frac{1}{11}$, $\frac{2}{10}$, $\frac{3}{9}$ etc. Hac vero in censura agenda Homerum nostrum dormitasse patet.

III. Boerhaave, ex experimentis Fahrenheitii, singulare quid imaginatus est; videl. caloris gradum duarum mixtarum aquarum communem perire, et differentiam solam per massam mixtam diffundi, ut mirum omnino sit, tantum Virum adeo a veritate aberrasse, dum in ea detegenda haud leviter occuparetur.

Haec vero cum alii atque alii molirentur, eo sensim perducta est res, ut plerique omnes animadverterent, dilatationem liquidi in thermometro regularem et caloris augmentis proportionalem esse. Cel. Fahrenheitius de hydrargyri expansione regulari non dubitasse videtur et Cel. Taylor, cum thermometro olei lini, cujus scala aequales magnitudine gradus ostendebat, experimenta instituens iis haud dissimilia, quae proposuerat Renaldinius, observavit ascensus olei exacte proportionales aquae fervidae in data quantitate mixtarum; quae eadem fervidae quantitas ad augmentum caloris dimetiendum apta ipsi videbatur.

Etiamsi haec ita esse communiter jam crederentur, omnibus tamen quasi diffidens, rem de novo examinandam suscepit Cel. Krafftius (Comm. Petr. T. XIV). Positis itaque massis duorum liquidorum homogeneorum a, b, eorumque gradibus caloris m, n, et gradu caloris mixtorum communi x; adsumit aequationem $x=\frac{\alpha\,m+\beta\,n}{\gamma\,a+\delta\,b}$, in qua ignotae α, β, γ, δ sint determinandae. Duae vero, puta α, β, in casibus

inter se caloris quantitates, quas continent corpora heterogenea ejusdem ponderis ejusdemque temperaturae caloris. Harum quantitatum rationem *Caloris Specifici* nomine designaverunt. b)

Prono hinc fluit alveo, calorem specificum quorumcunque corporum, in diversis quibuscunque datis temperaturis, esse constantem. Sit namque duorum corporum pondere aequalium A et B communis temperatura x, eorundemque simul quantitates caloris P et Q: sit iterum, in alia eorundem temperatura communi y, quantitates caloris p et q; patet in corpore A, sub duabus istis temperaturis, valere proportionem $P:p=x:y$. Similiter in corpore B, obtinet proportio $Q:q=x:y$. Adeoque in quibuscunque datis temperaturis habetur $P:Q=p:q$. Igitur constans est calor specificus in temperaturis diversis.

---

singularibus, scil. posito $m=n$, atque iterum $a=\infty$, exterminantur; quo facto, aequatio ad hanc formam reducitur: $x=\frac{\gamma\, am=\delta\, bn}{\gamma\, a=\delta\, b}$. Optime quidem haec omnia cogitata erant; restabat vero relatio $\gamma:\delta$ experimentis investiganda. Bina instituta commemorat KRAFFTIUS, quibus ad formulam applicatis obtinuit $\gamma=\frac{11\,\delta}{8}$, unde $x=\frac{11\,am+8\,bn}{11\,a+8\,b}$. Hanc formulam cum ad seriem experimentorum, cum mixtura calidae et frigidae aquae factorum, applicavisset; invenit gradus calculo computatos ab observatis non multum abludere. Differunt tamen a veris, quos accuratissima experimenta sistunt. Sive enim omissa computatio effectus ipsius vasis, in quo miscebantur aquae, sive neglecta mora temporis, sive alia quaecunque admissa fuerit incuria, erronea certe est ratio 11:8, quam experimentis invenisse sibi visus est KRAFFTIUS.

Tandem Cel. RICHMAN (Nov. Comm. Petr. T. I.), colophonem rei addidit. Is nihil dubitans de aequabili dispersione caloris per massam mixtorum homogeneorum, asseruit datos caloris gradus, per quantitates aquae diversas divisos, gradum producere in ratione massarum aquae inversa. Si itaque in massa liquidi a caloris gradus m contineantur, exhibebit idem calor, per massam $a+b$ distributus, gradus $\frac{am}{a+b}$, et cum similiter in massa b contentus calor n, per eandem $a+b$ distributus, sit $=\frac{bn}{a+b}$; patet, commixtis inter se massis a et b, caloris gradum in massa mixta esse $\frac{am+bn}{a+b}$. Simplicem hanc formulam, ad experimenta exquisite instituta applicatam, prae omnibus aliis formulis rei veritatem attingere observavit.

Idem hoc abunde comprobavit Clariss. DE LUC, adeo ut ultra experimentorum fidem in re Physica ad evidentiam geometricam heic contendere temerarium foret.

b) Occasionem cogitandi de calore corporum specifico suppeditarunt perplexa phaenomena, quibus torquebantur, qui calorem in incudem revocare atque secretos ejus agendi modos examinare ausi sunt. Arrisit BOERHAAVIO sententia, calorem per omnia, cujuscunque generis corpora, sub eadem temperie *distribui ut per spatia, non juxta densitates, neque in corporibus quidquam observari, quod*, alio quocunque speciali respectu, *ignem traheret*. Idem simul experimento detexit, tres partes hydrargyri commixtas duabus partibus aquae, diversi caloris, aeque calidam reddere massam compositam, ac si duae portiones aquae, ejusdem cum hydrargyro caloris, loco hydrargyri adhibitae fuissent. Cumque occuparetur BOERHAAVIUS in refutanda opinione illorum, qui putarunt quantitatem caloris in corporibus sequi rationem densitatis; veritus haud est ad hoc de hydrargyro experimentum in subsidium suae sententiae provocare; siquidem ratio 3:2 propius ad aequalitatem accedat quam 20:1, in qua fere erant quantitates materiae hydrargyri et aquae. Tales in numeris lusus non placuere illis, qui vires Naturae accuratius rimari atque mathematicis computationibus metiri didicerunt; atque sic factum est, ut desertis positionibus universalibus, quae ex praejudicatis opinionibus saepissime suboriuntur, neque pro defendenda ratione extensionum neque quantitatum materiae sudarint, qui haec naturae mysteria indagarunt; verum potius quanti in singulis corporum generibus deprehenderentur calorum effectus, ex sedulis experimentis colligere coeperint.

Hinc aestimari potest quantitas caloris cujuslibet corporis ex quantitate materiae, calore specifico et temperatura s. gradu thermometri conjunctim. Si itaque sibi mutuo applicentur vel immisceantur duo corpora A, B, quorum calores specifici sint a, b, et temperaturae ante mixtionem α, β, erit summa quantitatum calorum communicandorum $Aa\,\alpha + Bb\,\beta$. Si post factam mixtionem sit eorundem temperatura communis γ, prodibit summa quantitatum caloris $\overline{Aa + Bb} \cdot \gamma$. Hae proinde summae cum sint aequales, resultat inde analogia $a : b = B \cdot \overline{\gamma - \beta} : A\,\overline{\alpha - \gamma}$.

Similiter si conjungenda sint plura corpora A, B, D, E etc.; quorum calores specifici a, b, d, e, etc. et gradus thermometri α, β, δ, ε, etc.; atque ponatur, facta mixtura, gradus caloris communis $= \gamma$; habebitur, propter aequalitatem calorum ante et post mixtionem $Aa\,\alpha + Bb\,\beta + Dd\,\delta + Ee\,\varepsilon + \text{etc.} = \overline{Aa + Bb + Dd + Ee \text{ etc}} \cdot \gamma$. Quare, datis caloribus specificis corporum reliquorum, invenire licet calorem specificum corporis unius. Ita ex. gr. habetur

$$b = \frac{Aa \cdot \overline{\gamma - \alpha} + Dd \cdot \overline{\gamma - \delta} + Ee \cdot \overline{\gamma - \varepsilon} + \text{etc.}}{B \cdot \overline{\beta - \gamma}}.$$

Circa hanc rem notandum est, nihil omnino referre, quaenam sit constructio thermometri, modo aequales inter se exhibeat gradus. Non enim gradus ipsi, sed sola ratio differentiarum graduum in computum veniunt.

§ II.

Priusquam, quales calculo atque experimentis detecti sunt, calores specifici in tabula repraesententur, Lectoribus, qui hoc studiorum genere delectantur, haud ingratum erit cognitu, quas in experimentis faciendis intricatissima natura postulet cautelas.

Clariss Lambert, de doctrina caloris praeclare meritus, primus, quantum novi, rem accuratiori subjecit examini. Is non solum experimenta Boerhaavii cum aqua et hydrargyro facta, quae veritati proxime congruere inveniebat, repetiit; sed aliorum quoque corporum diversorum vires calorem retinendi et communicandi examinavit. Comparavit inter se effectus caloris in aqua et spiritu vini, itemque in spiritu vini ac hydrargyro; reperiebatque relationem caloris, cuilibet corpori proprii, constantem esse. Cum autem pauca admodum essent, quae examini subjecit corpora, ut nil fere generaliter exinde concludi posset; recentissime rem de novo adgressi sunt alii, qui campum hucusque parum cognitum futurorum quoque industriae aperuerunt.

Et quidem Illustris nostras Naturae Scrutator Wilcke eximium se hoc in negotio praebuit. Postquam, ex numerosis experimentis, intellexerat inaequalem admodum copiam calorum contineri in aqua et nive ad datam congelationis puncti temperaturam (observavit namque 72 circiter gradus absorberi, et quasi evanescere, dum in liquidam aquam transmigret nix) pro ea qua pollet sagacitate, suspicatus est similem quoque caloris, sub datis quibuslibet gradibus, differentiam inter alia quaecunque corpora obvenire. Latius proinde operam extendit, atque specificas calorum rationes plurimorum metallorum aliorumque corporum detexit.

Ex novellis literariis constat, circa idem hoc tempus Clariss. D. Crawford Anglum egregium edidisse opus, sub titulo: *Experiments and observations on animal heat, and the Inflammation of Combustible bodies;* in quo Acutissimus Vir calores specificos indagavit; neque solida tantum et liquida corpora, verum tenues quoque aëris species periculis subjecit; atque inexpectatis plane gradibus theoriam novam adauxit. Dolendum est, tantam esse operis raritatem, ut ne unum quidem ejus exemplum, quod in Sveciam transferretur, hactenus obtineri potuerit.

Sunt nimirum in rem adhibenda duo corpora, quae diversos habeant caloris gradus datos, quaeque, salva indole, communem temperaturam sustinere possint, neque ex sola commixtione incalescant vel refrigescant.

Circa gradus singulorum explorandos nulla fere difficultas obvenit; poterit enim ex. gr. unum eorum exponi aëri libero, alterum liquido calefacto includi, et utrobique gradus thermometri innotescere. At vero in detegendo gradu caloris, quem corpora eadem commixta contineant, res difficultate non caret. Cum enim in puncto temporis non absolvatur commixtio, sed interdum aut notabilis quantitas caloris sub mixtionis actu dissipetur, aut novum ex aëre ambiente eidem accedat incrementum; necessaria erit correctio gradus thermometri post completam mixtionem sese prodentis c).

Praeterea vas illud, in quo commixtio materiarum peragitur, suum non potest non habere gradum caloris, qui tanto magis turbat calorem mixtorum, quanto major est massa corporis vasis. Alii quidem, quantum percepi, ut sensibilem hinc oriundum errorem evitarent, tenuissima, quam fieri potuit, atque exilia vasa, simulque majores corporum examinandorum massas adhibuerunt. Attamen cum res sit nimis delicata, arte etiam hoc incommodum superandum fuit. Itaque, instituto separatim examine, explorandum erat, quanta ex calore vasis oriretur mutatio caloris massae infundendae, quo sic error ex hoc incommodo prorepens, facta correctione, evitaretur. Calculum autem hunc in modum subduxi: sit δ gradus caloris vasis examinandi, A pondus liquidi, quod in usum examinis adhibetur, ejusdemque gradus caloris α. Sit porro γ gradus caloris vasis et liquidi, post factam infusionem, communis: sit denique D pondus homogenei liquidi, quod, praeditum gradu caloris δ, intelligatur, liquido A immixtum, itidem efficere gradum caloris communem γ. Hinc, cum quantitates calorum, ex ponderibus in gradus calorum ductis, aestimandae ante et post mixtionem aequentur; habetur $D = \frac{A \cdot \alpha - \gamma}{\gamma - \delta}$; unde colligitur eam esse potentiam vasis ad alterandum calorem materiei cujuscunque immissae, quae erit adhibiti liquidi ponderis $A \cdot \frac{\alpha - \gamma}{\gamma - \delta}$, si hoc habeat gradum caloris vasis, atque datae isti materiae, absque usu vasis, conjungi fingatur d).

---

c) Post Newtonum, Lambertum aliosque haud equidem latet ratio rigidior mathematica talem hunc gradum corrigendi. At vero calculus intricatus in re nostra haud necessarius fuit, dum sufficientem exactitudinem alio faciliore modo attingere licuit.

Ubi enim nec nimis calore differunt materia examinanda atque aër ambiens, nec diutius, quam per aliquot minuta prima, tota durat operatio, sine ullo erroris periculo aequabilis supponi potest transitus caloris. Commissis itaque in unum materiis examinandis, quolibet minuto primo notavi gradum caloris quem indicabat thermometrum immersum; omnem massam interea circumagens. Cum deinde, per singula temporis minuta, aequaliter descendere vel ascendere observaretur hydrargyrus thermometri, ex hoc intellexi peractam fuisse caloris inter materias distributionem. Cognito vero simul, pro quolibet minuto, incremento vel decremento caloris, facile colligi poterat, quantum observatis gradibus subtrahi vel addi oporteret, ut verus haberetur gradus caloris mixturae. Ubi gradus mixtorum parum admodum a calore loci differebat, allata evanuit correctio.

d) Cum non semper eveniret, ut vas a materiis immissis aequaliter impleretur; partes vero laterum, quae non attingebant materias injectas, minorem quoque vim in calorem horum immutandum ederent, quam quae ipsis erant contiguae: ideo seorsim examinavi vasis effectus in pluribus casibus: ex. gr. cum ad tertiam,

Tandem in mentem revocandum est, calorem specificum non sistere quantitatem determinatam, sed, quemadmodum supra definiebatur, absolvi ratione quantitatum. Proinde dum calor specificus sit numeris exprimendus, dabitur, necesse est, cujusdam corporis calorem specificum unitati aequalem poni, quo reliquorum calores specifici numeris proportionatis exprimi queant. Aquae itaque purae, ut aliquod haberent quasi initium numerandi, unitatem adscripserunt e).

---

dimidiam, et tres quartas suae capacitatis partes impletum esset. Vasa, quibus ut plurimum usus sum, e laminis ferreis stanno obductis, tenuioribus, confecta fuerunt, ut quam minima opus esset correctione. Quamobrem etiam pedibus gracilibus super mensam elevata erant, ne per fundum nimium transiret caloris. Quibusdam tamen in casibus, ubi solutio salina, quae metallum facile corripit, examinaretur, vitrea vasa adhibui.

e) Quum methodi, quibus usi sunt alii, ab ipsis fusius expositae reperiantur, idcirco sufficiens judicavi tentamina a me instituta, quae quodammodo differunt, tribus exemplis illustrare. Sistat itaque

Exempl. 1. experimentum *plumbaginis.* Hujus, in pulverem redactae, lothones 6 (quae vocentur B) vasi immittebantur, cujus vis alterandi calorem injectorum tanta erat, quanta aquae lothonum 0,6 (D). Calefactis deinde vase et pulvere ad gradus 22,05 ($\beta = \delta$), huic adfundebantur aquae lothones 12 (A), temperaturae graduum 3,81 (α). Post 2 temporis minuta observabantur gradus caloris thermometri immersi = 6°, 46; post 3′, = 6°, 8; post 4′, = 7°, 15; post 5′, = 7°, 42; post 6′, = 7°, 7; post 7′, = 7°, 95; post 8′, = 8°, 23. Vidi itaque gradus caloris a 4:to inde minuto admodum aequabiliter crevisse, et quidem proxime 0°, 27 quolibet temporis minuto; adeoque facta correctione habui vero proximum gradum mixtorum 7,15—4. 0,27 = 6,07 = γ. Quia vero aquae calor specificus ponitur = 1, habemus $a = d = 1$, adeoque valor ipsius b generalis, quem in §:pho prima exhibuimus, sequentem obtinet formam; $b = \frac{A \cdot \overline{\gamma - \alpha} + D \cdot \overline{\gamma - \delta}}{B \cdot \overline{\beta - \gamma}} = \frac{12. \ 2{,}26 - 0{,}6 \cdot 15{,}98}{6. \ 15{,}98} = 0{,}183 =$ calori specifico plumbaginis.

In explorandis caloribus corporum specificis simplicissimus mihi visus est casus, cujus jam adtuli exemplum, ubi liquidum pulveri vel etiam alii liquido admiscetur. Ubi vero majus solidi frustulum periculo subjiciendum, magis compositus devenit calculus. Cum enim non facile observari queat gradus caloris massae solidae, nisi haec in liquido immersa teneatur, donec gradum caloris adquirat gradui liquidi aequalem corpori vero inde sublato aliquid liquidi adhaereat: necessarium duxi partis adhaerentis quantitatem bilance antea exploratam, calculo comprehendere. Examinanda autem fuit ejus quantitas, tam in frigida quam calida temperatura, quia saepius frigidi aliquantulo major adhaeret portio quam calidi. Rem illustrabunt exempla duo sequentia.

Exempl. 2. Indagandus erat calor specificus *cupri cusi.* Pondus frustuli erat lothonum 21,4 (B). Idem ex aqua calida in bilancem translatum, pondere aquae lothonum 0,07 (E) adauctum reperiebatur. Immittebantur aquae lothones 15,25 (A) in vas, quod, efficacia, aquae lothones 0,8 (D) aequabat. His ad gradus 16,3 ($\alpha = \delta$) calefactis immergebatur aquae cuprum 39,8 graduum temperie i ($\beta = \varepsilon$) tenui filo suspensum. Agitatione facta, ostendebat thermometrum immersum gradus 19,06. Et quia hi nonnullorum minutorum spatio neque augebantur neque diminuebantur, ipsos veris massae mixtae gradibus aequales judicavi; sive $\gamma = 19°, 06$. Quoniam vero $a = d = e = 1$, habetur $b = \frac{A \cdot \overline{\gamma - \alpha} + D \cdot \overline{\gamma - \delta} + E \cdot \overline{\gamma - \varepsilon}}{B \cdot \overline{\beta - \gamma}} = 0{,}097.$

Exempl. 3. Examinanda erat *solutio salis communis saturata.* Haec aquae non poterat immisceri, cum, ex ipso hoc connubio, aliqua oriatur refrigeratio quae gradum quaesitum turbaret. Hanc itaque ob rem aliud inserviat necesse est corpus, quod similem non producere valeat effectum, cujus specificus calor notus sit. Elegi Cuprum, cujus nuper (Ex. 2) mentionem feci. Huic in solutione salina fervida immerso et

Exhibet tabula adposita calores specificos corporum, quae periculis subjecta fuerunt. Hos vero ita collocavimus, ut sistat columna prima observationes in Anglia factas; quas scil. secum a Cel. Equ. KIRWAN communicatas divulgavit Cel. MAGELLAN in *Essay sur la nouvelle theorie du Feu Elementaire* etc.; secunda eas quas in Actis Holmensibus publici juris fecit Celeberr. WILCKE. In tertia denique columna nostras nonnullas adjunximus.

		Calores Specifici.		
1.	Aër inflammabilis f)	281,000		
2.	Aër vitalis	87,000		
3.	Aër Atmosph. vulgaris	18,670		
4.	Alcali volatile aëratum	1,851		
5	Solutio Sacchari crudi	1,086		
6.	Spiritus Vini rectific. gr. sp. 0,783	1,086		
7.	Aqua pura „ „ 1,000	1,000	1,000	1,000
8.	Hepar Sulphuris volat. „ „ 0,818	0,994		
9.	Solutio Salis comm. part. I in aquae p. 10			0,93
10.	Acidi Vitrioli g) pars I aquae partibus 10 diluta			0,925
11.	Glacies	0,9		
12.	Solutio Salis comm. p. I in aquae p. 5			0,87
13.	Acidi Vitrioli p. I aquae p. 5 diluta			0,87
14.	Acidum Nitri purum	0,844		
15.	Solutio Salis Epsom. . . p. I in aquae p. 2	0,844		
16.	Solutio Salis comm. . . p. I „ p. 8	0,832		
17.	Eadem . . . . . p. I „ p. 3,33			0,82
18.	Eadem . . . . . p. I „ p. 2,8			0,80
19.	Solutio Salis Ammon . . p. I „ p. 1,5	0,798		
20.	Solutio Salis comm. satur. p. I „ p. 2,69			0,793
21.	Solutio Crem. Tart. . . p. I „ p. 237,3	0,765		
22.	Oleum Tart. p. deliqu. gr. sp. 1,346	0,759		

---

sublato adhaeserunt solutionis lothones 0,085 (E). Immittebantur solutionis lothones 15 (B) in vas vitreum, cujus efficacia respondebat efficaciae aquae lothonum 1,2 (D). Observata deinde temperatura hujus solutionis atque vasis 15,09 ($\beta = \delta$) gradibus aequali, solutioni immergebatur cuprum, ex alia solutione ad gradus 72,75 ($\alpha = \varepsilon$) calefacta sublatum. Post quartum minutum, quo temperies solutionis erat 23,01 graduum, aequabiliter descendere observabatur thermometrum; et quidem 0,043 gradus singulis minutis. Propterea $23{,}01 + 4.0{,}043 = 23°$, 18 exhibuit mixtorum temperaturam γ, quam habuissent, si momento temporis aequaliter dispersus fuisset calor. Erat autem cupri pondus (A) 21,4 lothonum, ejusdemque calor sp. (a) = 0,097. Inde, cum sit $d = 1$, transit aequatio generalis in hanc:

$$Aa\,\alpha + Bb\,\beta + D\,\delta + Ee\,\varepsilon = \overline{Aa + Bb + D + Ee} \cdot \gamma, \text{ et } b = e = \frac{Aa \cdot \alpha - \gamma + D \cdot \delta - \gamma}{B \cdot \overline{\gamma - \beta} + E \cdot \overline{\gamma - \varepsilon}} = 0{,}795.$$

Notandum insuper est, calores specificos, quales a me observati in tabula exhibentur, medios esse ex repetitis pluribus experimentis collectos. Cum enim raro contigerit exactissima plurium observationum convenientia, singulas 6:ies immo quandoque decies repetii.

f) Cfr. BERGMANNI Opusc. Vol. 3. p. 436.

g) Pars una hujus acidi, cujus gr. sp. erat 2,008, partibus 1,44 magnesiae aëratae saturandis sufficiebat. Idem intelligendum est de acido vitrioli in N. 13, 24, 32, 35, 38, 44.

Calores Specifici.

23.	Acid. Vitrioli clarum	gr. sp. 1,885	0,758		
24.	Acidi Vitrioli p. I aquae p. 2 diluta				0,75
25.	Solutio Vitrioli viridis p. I in aquae p. 2,5		0,734		
26.	Solutis Salis Glaub. . p. I „ p. 2,9		0,728		
27.	Oleum Olivarum		0,710		
28.	Alcali volat. causticum	gr. sp. 0,997	0,708		
29.	Acid. Salis fumans	„ „ 1,122	0,680		
30.	Solutio Aluminis . . p. I in aquae p. 4,45		0,649		
31.	Solutio Nitri . . . . p. I „ p. 8		0,646		
32.	Acidi Vitrioli . . . p. I aquae p. 1 diluta				0,61
33.	Acid. Nitri fumans	gr. sp. 1,354	0,576		
34.	Oleum Lini		0,528		
35.	Acidi Vitrioli . . . p. I aquae p. 0,5 diluta				0,50
36.	Oleum Terebinth.		0,472		
37.	Cera Alba				0,45
38.	Acidi Vitrioli . . . p. I aquae p. 0,25 diluta				0,44
39.	Acid. Vitrioli fuscum	gr. sp. 1,872	0,429		
40.	Oleum Spermatis Ceti.		0,399		
41.	Pulvis Carbonum Betulinorum				0,395
42.	Acetum e Vino rubro		0,387		
43.	Magnesia aërata				0,379
44.	Acidum Vitrioli.	gr. sp. 2,008			0,34
45.	Coeruleum Berolinense				0,33
46.	Ferri Calx		0,320		
47.	Calx Usta				0,28
48.	Acidum Aëreum h)		0,270		
49.	Gypsum				0,264
50.	Argilla igni resistens (Anglica)				0,241
51.	Sal communis				0,226
52.	Antimonii Calx		0,220		
53.	Calx Aërata				0,207
54.	Achates	gr. sp. 2,648		0,195	
55.	Vitrum album (Svecan.)	„ „ 2,386		0,187	
56.	Argilla usta (Angl.)				0,185
57.	Plumbago				0,183
58.	Sulphur		0,183		
59.	Vitrum Anglicum (Flintglas)		0,174		
60.	Ferrum Crudum Phlogisto pauperatum				0,132
61.	Arsenici Calx alba				0,126
62.	Ferrum	gr. sp. 7,876		0,126	
63.	Idem		0,125		
64.	Idem Crudum Phlogisto onustum				0,124
65.	Chalybs induratus				0,123

h) Experimento Acidi Aërei repetito observavit Crawfordius majorem isti competere calorem specificum; referente Kirwan in Epistola ad Cel. Crell missa. Crells *Neueste Entdeck. in der Chemie, 8.ter theil.*

Calores Specifici.

66.	Idem mollis				0,120
67.	Ferrum cusum molle	gr. sp. 7,724			0,119
68.	Aurichalcum	„ „ 8,356		0,116	
69.	Cuprum	„ „ 8,784		0,114	
70.	Ferrum cusum in filum extensum et ad incalescentiam malleo ictum	„ „ 8,353			0,114
71.	Acetum concentr. distillatum		0,103		
72.	Zincum	gr. sp. 7,154		0,102	
73.	Plumbum Stanno mixtum calcinatum		0,102		
74.	Cuprum fusum	gr. sp. 7,907			0,099
75.	Cuprum cusum.	„ „ 9,150			0,097
76.	Stanni Calx		0,096		
77.	Regulus Antimonii		0,086		
78.	Arsenicum Sublimatum				0,084
79.	Argentum	gr. sp. 10,001		0,082	
80.	Stannum		0,068		
81.	Plumbi Calx		0,068		
82.	Cerussa				0,067
83	Antimonium	gr. sp. 6,107		0,063	
84.	Stannum	„ „ 7,380		0,060	
85.	Minium				0,059
86.	Aurum	gr. sp. 19,04		0,050	
87.	Plumbum		0,050		
88.	Lithargyrus				0,049
89.	Wismuthum	gr. sp. 9,861		0,043	
90.	Plumbum	„ „ 11,456		0,042	
91.	Hydrargyrus	„ „ 13,3	0,033		

§ III.

Ex Tabula allata patet aëris species maximum sibi vindicare calorem specificum, liquida corpora minorem et solida, ut plurimum, minimum. In singulis vero generibus, quae tenuiore gaudent compage, majorem adsumere caloris quantitatem. Ita aëri inflammabili, qui tenuissimus est, maximus competit calor specificus, denso acido aëreo minimus. Inter reliqua corpora, densissima metalla minimum continent calorem. Ferrum sola cusione densius factum partem caloris specifici amittit.

Quod si jam ex cohaerentia partium corporis pendeat caloris specifici quantitas; necesse erit, mutata corporis forma, partiumve connexione, mutari simul ejusdem calorem specificum. Hoc autem ante oculos obversatur in phaenomenis corporum phlogisticorum. Aër inflammabilis, qualis acidorum ope e metallis producitur, phlogiston sistens fere omnis connubii expers, formam tenet fluidi elastici, omnium hucusque examinatorum tenuissimi maxima etiam, uti notavimus, pollet caloris specifici quantitate. Idem vero phlogiston aliis adsociatum corporibus, ubi interdum sub liquida, interdum sub solida comparet forma, mirum quantum de vi calorem attrahendi perdit. Immo aliorum quoque corporum, quibuscum unitur, calores specificos sua unione saepissime diminuit.

Ita acida phlogisto onusta minus fovent caloris, quam quae eodem destituuntur.

Metalla, quae maxime coagulatum continent principium inflammabile, caloris specifici copia, omnibus, immo suis calcibus inferiora sunt in proportione fere phlogisti reducentis. Et quidem Plumbum, quod minimum continet phlogisti, nonnisi paululum calce inferiorem habet calorem specificum: Stannum et Arsenicum, quae paulo magis continent phlogisti, majorem quoque differentiam, inter calores specificos calcis et metalli ostendunt: Antimonium denique et Ferrum majore eminent et phlogisti copia et caloris differentia i).

Ipsae quoque Ferri species phlogisto pauperatae, quales sunt Chalybs et praecipue Ferrum crudum, majorem fovent specificum calorem, quam cusum quod phlogisto maxime abundat.

Tandem notatu digna occurrit differentia inter calores specificos Plumbaginis et Carbonum betulinorum. Plumbago nimirum, quae praeterquam quod plus contineat phlogisti carcerati, caeterum a carbonibus lignorum vix differt k), in eadem fere proportione minorem exhibet calorem specificum.

§ IV.

Ex iis, quae in §:pho praecedente adtulimus, colligimus mutationem formae et, ut ita dicam, texturae internae corporis plurimum conferre ad augmentum vel diminutionem caloris specifici: quo vero penitius examinare possimus habitum materiae caloris in corporibus, quibus inhaeret, alia insuper considerasse juvabit phaenomena, quae materiae caloris ostendunt praesentiam.

Si in eadem temperatura constituta fuerint corpora, nulla, ex mechanica eorum commixtione, orietur mutatio temperaturae: si vero, per unionem quandam chemicam, speciem mutent, sive novum generetur connubium, sive quod hactenus obtinuerat, dissolvatur; semper fere, vel caloris major copia, vel ejusdem diminutio thermometro observabitur.

In plurimis vero combinationibus diversa oritur corporum textura; ex mutata tam densitate quam cohaerentia partium l). Frigus ut plurimum oriri sentitur ubi laxior evadit compages corporum, calor vero ubi arctior.

Nivem et Sales concretos plurimos, dum aqua solvuntur, frigus producere notum est. Liquida, dum in auras resolvuntur, descendere faciunt liquorem in thermometro injecto. Con-

---

i) Phlogisti reducentis copiam cuilibet metallo convenientem exposuit Illustris inter Chemicos Bergmannus in dissertat. *de diversa Phlogisti in metallis quantitate.*

k) Cfr. quae de Analysi plumbaginis ab Ingeniosissimo Scheele, et de carbonibus lignorum a Clariss. Hjelm in Act. R. A. S. Holm. A. 1779, 1781, proponuntur.

l) Cum in solutionibus corporum salinorum observata sit diminutio voluminis, universalis olim fuerat opinio Physicorum, moleculas salinas in poris aquae solventis occultari. Ostendit autem Cel. Watson, in *Philos. Transact.* vol. 60, ne minimum quidem, quod sensibus percipi possit, salis, sub solutione, ita evanescere, ne aquae solventis volumen aliquantum augeat; solutum vero salem majore gaudere specifica gravitate quam siccum et cristallinum. Similia experimenta ad alias quoque corporum combinationes numerosas ingeniosissime adplicavit Celeberr. Equ. Kirwan in excellenti suo tractatu: *Experiments and observations on the Specific gravities and attractive Powers of various saline substances.*

traria eveniunt, ubi inversa locum habet operatio. Aqua infra congelationis punctum constituta congelascens, solutio salina in cristallos abiens, vapores in liquorem redeuntes adauctum calorem sensibilem ostendunt m).

Haecce phaenomena, quorum mira est ubique conspiratio, satis indicant, caloris latentis quandam copiam omnibus contineri corporibus, eamque maximam fluidis elasticis, minimam solidis inesse n); majorem in corporibus quae laxius cohaerent, minorem iis quorum firmior est cohaerentia.

Verum in §:pho praecedenti observavimus eundem quoque habitum esse caloris specifici. Valde itaque probabiliter ab effectuum similitudine ad easdem causas concluditur: et cum nullum sit dubium, quin mutatio specifici caloris, mutata forma corporis prodiens, sensibus similiter patescere debeat; summo jure conjectari potest omnem calorem in corporibus latentem, qui permutata horum indole, qua partem, sensibilis fit, nihil a specifico corporum calore differre.

Reliquorum phaenomenorum, quorum mentionem, qua specificum calorem, injecimus, par est ratio.

Observamus plurima corpora, quando cum phlogisto copulantur, caloris sensum augere. Ita aër vitalis phlogisti unionem petens sensibiliter incalescit. Acida pleraque, phlogistica suscipiendo corpora, caloris interdum vehementissimum excitant gradum, semper fere sensibilem. Metalla salibus solvenda caloris diversum gradum, pro diversa salis cum phlogisto affinitate, provocant. Cum autem ex calore sensibus patefacto ad ligatum amissum concludendum sit; necesse est etiam minorem caloris absoluti portionem fovere corpora phlogisticata, quam quae eodem principio destituta fuerant: quod itidem cum specifici caloris conditione convenire antea memoravimus.

Variat praeterea quantitas caloris sensibilis laxati pro diversis connubii exorti conditionibus. Ita minor gradus caloris sentitur, ubi aëris quaedam species, ex statu fixo, in fluidam abit formam. Alcalia et terrae absorbentes acidis soluta calorem plerumque progignunt; eumque majorem si caustica fuerant; si vero cum acido aëreo fuerant copulata, vel caloris minor gradus vel frigus producitur. Idem in solutionibus metallorum evenit: cum phlogiston, saltim qua partem, vincula evadit, formamque suscipit aëris inflammabilis, non nisi exiguus in scenam producitur calor. Plura ut taceam exempla, quae adprime congruunt cum experimentis, quae maximam caloris specifici quantitatem in fluidis arguunt.

Denique in censum veniat phaenomenon Ferri; quippe quod dum cuditur incalescit, immo ex frequentibus ictibus candet; posteaque minorem prodit calorem speci-

---

m) Cum calor sub condensatione vaporum sensibilis fiat, saepius evenit, ut thermometrum mixtis immersum descendat (sit venia verbo), dum alterum in vaporibus surgentibus suspensum adscendere observatur. Hujus phaenomeni exemplum, ex mixtura olei vitrioli cum sale ammoniaco, offert Cel. MUSCHENBROEK in *Additam. ad tentam. Exp. Natural. in Acad. del Cimento.*

n) Ex hisce quoque accuratius consideratis, praecedentibus duumviris Illustribus BLACK et WILCKE, concluserunt Physici, omnem tenuiorem corporum formam, quatenus sunt liquida vel fluida elastica, ex abundantia caloris ligati dependere; quo amisso, in solida corpora transmigrant. Hoc quidem eo magis ad fidem pronum est, quo certius constat, solum calorem, cuicunque fere corpori accedentem, eadem producere phaenomena.

ficum quam priusquam cuderetnr. Proinde et hoc phaenomenon comprobat, majorem in corporibus latere ac ligatum quasi teneri calorem, in quibus majorem observare licet calorem specificum.

§ V.

Ex amicissimo eorum, quae jam allata sunt, phaenomenorum consensu, vix quidquam superesse videtur dubii, quin calor sensibilis, sub mutatione status sive formae corporum observatus, calori specifico eorundem mutato ortum debeat. Verum tamen, in re magnae adeo indaginis, merito est timendum, ne a verisimilitudine ad erroneas opiniones seducti, nubem pro Junone amplectamur. Utcunque enim incerta semper, inter variantes Illustrium Virorum sententias, fuerit Ignis et Caloris theoria, plurimis tamen jam dudum adprime placet, quodlibet corpus determinatam et constantem caloris ligati continere quantitatem, quae manente corporis indole neque augeatur neque minuatur; hac vero mutata datam subeat mutationem o). Hoc vero cum hypothesi, qua omnia caloris ligati phaenomena e calore specifico deducuntur, conciliari nequit. Specificus enim calor, rationem sequens caloris sensibilis sive temperaturae, quantitatem caloris constantem nequaquam sistere potest. Juvabit itaque rem propius ex utraque parte examinare.

Adeo est subtilis et sensus fugit nostros materia caloris, ut ipsam directe comprehendere non possimus. Itaque ex analogia tales ipsi tribuimus proprietates, quales in aliis tenuioribus fluidis observare adsveti sumus. Haec vero sibi relicta in statu elastico persistere novimus, nisi aliorum connubio aliam suscipere formam cogantur; tum vero et in liquida et solida corpora abire solent. Hinc aliqua sese commendat probabilitate opinio, similem metamorphosin subire materiam caloris; quae propterea, variis inhaerens corporibus, chemico quoque connubio iisdem adsociata in variis gradibus cohaerentiam suscipere possit, eoque ipso partem compositi, salva ejusdem indole, non separandam constituat.

Multa quoque huic opinioni favere videntur phaenomena; quoties nimirum caloris copia major laxari videtur e corporibus, quae minore gaudent calore specifico, minor vero ex iis, quae majorem habent. Horum exemplum unum alterumve adtulisse sufficiat.

Quod vitriolis continetur acidum, aqua superflua liberatum, vix ultra tertiam ejus, qua gaudet aqua, partem continet specifici caloris; attamen ligato scatere videtur, cum, alienis corporibus admixtum, magnam vim caloris ut plurimum extrudat. Ita hoc acido, sive cum aqua, sive salibus alcalinis, sive terris absorbentibus, sive corporibus phlogisticis copulato, sensibilis semper erumpit aestus; isque saepius major ex combinatione cum corporibus, quae minore pollent calore specifico, quam aqua, quae inter ista excellit.

Calx usta aquae admixta fervet, majorem tamen adhuc aestum ex acidis provocat, licet haec, calore specifico, aqua multum sint inferiora.

---

o) Videtur quidem Clariss. D. Crawford aliam amplexus fuisse opinionem in opere supra citato: mihi vero non liquet quibus fundamentis superstruxerit, vel quousque extenderit cogitata.

Salia nivi admixta frigoris gradus producunt iis saepe superiores, qui ex solutione illorum in aqua prodeunt: et Nitrum quidem longe minorem in nive provocat frigoris gradum, quam sal communis, majore licet gradu refrigerare valeat aquam solventem.

Plura addi possent hujusmodi phaenomena obiter arrepta neque ex omni parte definita, quae praesentiam quidem caloris latentis indicant, disconvenientiam tamen potius quam harmoniam inter eundem atque calorem specificum demonstrare videntur.

§ VI.

Ne itaque in ancipiti causa a veritate aberremus, phaenomena allata jam ulterius discutientur. Sed paulo altius rem repetiisse non pigebit.

Magno applausu sese commendavit hypothesis, liquiditatem ac praecipue fluiditatem corporum copiosae materiae caloris inhaerentis deberi, et contra, omnem solidam corporum formam ex defectu caloris esse. Quod si hoc detur, necesse erit, summam tenuitatem atque vim elasticam caloris materiae propriam esse atque essentialem. Vix enim ac ne vix quidem concipere licebit subtilissimam caloris materiam formam solidiorem suscipere sive statum fixum sustinere posse, siquidem ipsa ad destruendam omnem cohaerentiam partium reliquorum corporum formata sit p).

Si igitur elastica, fluidis propria, forma a caloris materia tolli nequit; ipsa, cui per omnia corpora patet transitus, ubi demum cumque haeserit, non poterit non cum ambiente libero calore aequilibrium servare atque adeo vicissitudinum caloris sensibilis particeps esse.

Quia vero parum valent hypotheses a priore sumtae, nisi experientia sufficienter confirmentur, ad hanc demum, tamquam optimum judicem, res est referenda.

Si omnis mutatio caloris sensibilis, ex mutata corporum indole oriens, calori specifico tribuenda sit, constans erit quantitas caloris, quae, in corpore non mutato, una cum sensibili augetur vel minuitur.

Sint A, B, D, etc. plura corpora diversa, quae, commixta, nova producent connubia L, M, N. Sint calores specifici illorum a, b, d, et gradus caloris sensibilis α, β, δ; horum vero calores specifici l, m, n. Sit gradus communis, facta mixtura, γ; erit quantitas caloris omnium ante mixturam $Aa\alpha + Bb\beta + Dd\delta$ etc. Haec vero, manente hypothesi allata, aequalis esse debet quantitati caloris corporum commixtorum $Ll\gamma + Mm\gamma + Nn\gamma$: repraesentantibus nimirum α, β, γ, δ veros caloris gradus, h. e. secundum thermometrum, in quo numeratio graduum a defectu omnis caloris incipit.

Comparatio haecce instituenda notos postulat veros caloris gradus; quorum thermometra vulgaria non nisi relationem qua majus et minus indicant. Haec perpendens incidi in problema famosum, de inveniendo puncto thermometri, quod privationem omnis caloris sensibilis sistat, cujus solutionem a multis frustra tentatam, hucusque, quod sciam, invenit nemo.

---

p) Loquor heic de iis tantum corporibus, quae vulgo sensibus nostris obvia sunt. Neque negare ausim alia quoque existere posse corpora aeque subtilia et sua natura elastica. Fluida saltem electrica atque magnetica similibus gaudere videntur proprietatibus.

Posita itaque distantia a thermometri puncto 0 ad punctum frigoris absoluti $= z$, et pro α, β, γ, δ, in aequatione generali allata, substitutis $z + \alpha$, $z + \beta$, $z + \gamma$, $z + \delta$, habetur $z = \frac{Aa\,\alpha + Bb\,\beta + Dd\,\delta - \overline{Ll + Mm + Nn} \cdot \gamma}{Ll + Mm + Nn - Aa - Bb - Dd}$. Ex quo apparet, saltem in hypothesi, problema solutum esse.

Quodsi jam, omnibus ita digestis, semper inveniantur quantitates calorum, ante et post mutatas corporum formas, aequales; et inventos veros thermometri gradus, et veritatem ipsius hypotheseos probatam esse concludere licebit. Si vero quandoque aequatio locum non habeat, constabit alia de causa, quam a caloribus specificis et temperaturis, dependere mutationes caloris sensibilis.

Huic itaque adumbrationi convenienter quaedam institui experimenta q); et quidem primum ex phaenomenis nivis liquefactae veros quaesivi gradus caloris, atque hos, per calculum memoratum, initium ducere ab 800:mo gradu, infra punctum congelationis aquae, in thermometro Celsiano, inveni. Hoc deinde assumto, tantam observavi convenientiam inter mutationes caloris sensibilis atque specifici, sub solutione salis communis in diversis aquae quantitatibus orientes, ut majorem vix sperare potuerim. Cum vero fervor, qui ex acido vitriolico et aqua commixtis producitur, interdum valde sit magnus; in hoc quidem casu, si ullibi, metuenda fuit discrepantia inter memoratas mutationes: sed ad experientiam provocans adprime et heic congruere inveni quantitates caloris ante et post mixtionem, ex caloribus specificis et gradibus thermometri, uti modo dictum est, computatas.

Quod itaque mihi antea summa sese stitit probabilitate, certitudine jam Mathematicae proxime accedente evictum habui.

§ VII.

Quo demum omne removeatur dubium, antequam finem opellae imponimus, examinanda restant phaenomena, quae adsertioni nostrae repugnare visa sunt.

Quod calcem vivam ejusque cum aqua et acidis incalescentiam diversam adtinet: observavimus calorem specificum calcis ustae aqua satiatae esse $= 0{,}28$. Ponamus jam calcis vivae partem unam ad ebullitionis aestum calefacere aquae partes duas, in temperatura puncti congelationis constitutas. Insuper ex observationibus Clariss. Lavoisier r) novimus, calcis vivae partem unam aquae coagulare partes 0,287. Quare ex theoria allata, posito calore specifico calcis vivae $= x$, habemus $\overline{x + 2} \cdot 800 = \overline{1{,}287 \cdot 0{,}28 + 1{,}713} \cdot 900$; sive $x = 0{,}33$. Ulterius misceri ponatur eadem calx viva cum duabus partibus acidi vitriolici concentrati, cujus calor spec. $= 0{,}34$; hinc, quia una pars calcis ustae dat tres circiter partes calcis vitriolatae, hujus vero calor spec. est 0,26, habemus, posito $\xi =$ gradui caloris exorti, $\overline{0{,}33 + 2 \cdot 0{,}34} \cdot 800 = 0{,}26 \cdot \xi$; sive $\xi = 1036$, i. e. 236 gradibus Celsianis supra congelationis

q) Experimenta haecce in commentatione *de Absoluta Caloris quantitate* fusius descripta Reg. Acad. Scient. Holmens. nuper commisi. Quamobrem eadem heic breviter tantum commemorasse sufficiat.

r) *Opuscules Physiques* et *Chymiques* Tom. I. pag. 196.

punctum. Minime itaque mirandum est, majorem producere aestum calcem vivam acidis quam aquae immixtam. Licet enim minus caloris specifici contineant acida, tanto tamen majore copia figuntur, ut longe major evadat tota caloris dimissi quantitas.

Neque difficiliora explicatu sunt phaenomena frigoris per mixturam nivis cum salibus producti. Hoc namque pendet ex gradibus frigoris et ejus, quod sub solutione in aqua efficere valet sal, et ejus, quod salva liquiditate adtingere potest solutio. Si enim, in majore caloris gradu, cum nive commisceatur sal, tota massa madescit et liquescit, eoque ipso hydrargyrus thermometri immersi versus gradum congelationis solutionis descendit, nunquam vero infra: pari omnino modo, ac ipsa nix ad punctum congelationis calefacta, calidiori immissa aquae non infra 0 gradus descendere facit liquorem thermometri immersi. Si vero ad minorem caloris gradum commixtio fiat salis et nivis, nullum oriri potest frigus, cum locum non habeat liquefactio.

Nitrum, magna copia a calida suscipitur aqua, multumque simul imbibit caloris, longe vero minorem cum frigida habet adfinitatem. Hinc magna soluti pars, diminuta temperie, secernitur; quo facto, cito adtingit suae congelationis punctum solutio residua. Inde quoque evenit, ut, admixto nivi nitro, vix infra 3 gradus sub puncto congelationis aquae descendat thermometrum immissum.

Aliter se habet sal communis, qui aequaliter fere tam frigida quam calida suscipitur aqua. Circa mixturam hujus cum nive sequentia observavi. Hydrargyrus thermometri in ipsa ad 21 gradus infra 0 descendit; idque aequaliter in omni proportione salis ad nivem, modo ne nimis magna vel nimis parva sit, et in omni fere gradu caloris tam salis quam nivis, modo memoratis — 21° sit superior. Facta mixtura, massa antea sicca et friabilis formam suscipit madidam, tandemque tota in liquidam abit solutionem.

Ut haecce phaenomena calculo persequi possem, sequens institui experimentum. Globo vitreo tenui, cujus effectus calorem communicandi tantus erat, quantus aquae 0,35 lothonibus competit, immittebantur 1,75 lothones nivis et 0,625 lothones salis communis, existente temperatura communi — 7,5 graduum. Hic globus confestim in 34 lothones aquae, ad gradus + 21 calefactae, immergebatur, massaque in globo agitabatur, donec omnis liquesceret: tum vero temperies, solutioni et aquae communis, observabatur + 15,25 gradibus aequalis. Positis jam caloribus specificis aquae 1, nivis 0,9, salis communis 0,23, solutionis salinae 0,8; numero graduum caloris absoluti infra congelationis aquae punctum 800, et gradibus caloris temperiei communis calculo determinandis x; habemus aequationem: $1{,}75 \cdot 0{,}9 + 0{,}625 \cdot 0{,}23 + 0{,}35 \cdot 792{,}5 + 34 \cdot 821 = 34 + 2{,}375 \cdot 0{,}8 + 0{,}35 \cdot x$; et $x = 815{,}27$; atque subductis 800, remanent 15,27 gradus, qui non nisi 2 centesimis ab observatis distant.

Comprobat itaque etiam hoc phaenomenon veritatem assertionis nostrae. Immo per eandem hanc theoriam quascunque vicissitudines caloris frigorisve, sive ex mixturis corporum sint, sive alio modo factis mutationibus, explicari posse haud dubitamus.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY LIBRARY

II.

Versuche und Bemerkungen über die unbedingte Wärme der Körper *).

§. 1. Schon seit langer Zeit ist es bekannt gewesen, dass bey Vereinigungen und Absonderungen verschiedener Körper und andern Gelegenheiten, wo ein Körper eine Veränderung seiner Beschaffenheit leidet, beträchtliche Stuffen von Wärme oder Kälte entstehn. Hieraus ist man auf die Gedanken gefallen, dass bey einem jeden Körper eine grössere oder geringere Menge vom Stoffe der Wärme gefunden werde, welcher in derselben so gebunden sey, dass er seine gewöhnliche Würkung auf unsere Sinne nicht äussern könne.

In den letzten Jahren, nachdem man das Verhältniss der Wärmemengen, welche verschiedene Körper von einer gegebenen Schwere, bey einer nemlichen Stuffe fühlbarer Wärme (Temperatur) anzunehmen vermögen, und welches man die eigenthümliche Wärme genannt hat, angefangen hat zu untersuchen, hat man gefunden, dass dieses Verhältniss zunächst beständig ist, während, dass die allgemeine Wärmemenge oder gemeinschaftliche Stuffe fühlbarer Wärme (Temperatur) der Körper verändert wird, so lange ein jeder Körper seine Beschaffenheit behält; und zugleich hat man zu bemerken gemeynt, dass die Wärme, welche man als gebunden angesehn hat, vermehrt wird, wenn die eigenthümliche Wärme grösser wird, und so umgekehrt.

Die eigenthümlige Wärme der Luftarten übergeht also anderer fliessender Stoffe ihre, und feste Körper werden überhaupt mit der geringsten begabt gefunden: so wird auch allgemein anerkannt, dass die Lüfte und Dünste eine viel grössere Menge gebundener Wärme als fliessende Körper und diese wiederum mehr als feste vonnöthen haben; welcher Unterschied zum deutlichsten an einem und dem nemlichen Körper bemerkt wird, wenn solcher von der einen Beschaffenheit zu einer andern übergeht.

Eine solche Uebereinstimmung der Erscheinungen findet man bey den brennbaren (phlogistischen) Körpern. Wenn ein Körper mit dem brennbaren Stoffe vereinigt wird, so

*) Crells Chemische Annalen 1786, s. 263—275, 340—350; aus der schwed. Abhandlung „Rön och anmärkningar om kroppars absoluta värme“ übersetzt. (Kongl. Svenska Vet. Acad. handl. 1784. S. 218—236).

pflegt mehrentheils Wärme, nach Maassgabe der grössern oder geringern Anziehungskraft des Körpers zum Brennbaren, merklich zu werden, und aus den herausgekomnen Tafeln über die eigenthümliche Wärme der Körper sieht man, dass dieselbe bey den Körpern, welche Brennbares in ihrer Vereinigung enthalten, beynahe immer zum geringsten ist.

Solche Vergleichungen haben Anleitung zu dem allgemeinen Satze gegeben, dass alle die Wärme, welche sich bey den Körpern dadurch verräth, dass sie bey den Vereinigungen und Absonderungen derselben, oder einer Veränderung der Beschaffenheit derselben, auf eine andere Weise bald in einer beträchtlichen Stuffe eingesogen und gebunden, bald wieder abgeschieden und los gemacht wird, blos auf der eigenthümlichen Wärme eines jeden Körpers und deren entstandener Aenderung beruhe.

§. 2. Ist dieser Satz gegründet, so muss nothwendig bey allen den Veränderungen der Wärme, welche ein oder mehrere Körper, blos dadurch, dass ihre Beschaffenheit verändert wird, leiden, die unbedingte Menge der losen Wärme a), vor und nach diesen Veränderungen, beständig und unverändert seyn. Aber diese unbedingte Menge der Wärme steht in einem zusammengesetzten Verhältnisse der Vielheit des Körperstoffes, seiner eigenthümlichen Wärme und der Gradzahlen der fühlbaren Stuffe (Temperatur) seiner Wärme. Wenn also ein Körper A eine eigenthümliche Wärme a und eine fühlbare Stuffe der Wärme am Wärmemesser α hat, so ist die unbedingte Menge seiner losen Wärme: $Aa \cdot (z + \alpha)$, da denn z die Zahl der Grade des Wärmemessers, von dem vollkommenen Mangel der Wärme bis 0 Gr. des Wärmemessers, bezeichnet. Wenn nun in dem nemlichen Körper die eigenthümliche Wärme verändert und $= c$ wird, und der Körper zugleich eine andere Stuffe fühlbarer Wärme (Temperatur) γ erhält, so ist seine Wärme nach dieser Veränderung: $Ac \cdot (z + \gamma)$, welche mit $Aa \cdot (z + \alpha)$ gleich gross seyn muss, wenn keine auswärtige Wärme oder Kälte zugleich zur Aenderung der Stuffe fühlbarer Wärme beygetragen hat. Eben so wird, wenn zween Körper, A, B, deren eigenthümliche Wärme a, b, und Stuffe fühlbarer Wärme α, β, ist, durch ihre Mischung mit einander, eine neue eigenthümliche Wärme c und Stuffe fühlbarer Wärme γ erhalten, allezeit $Aa \cdot (z + \alpha) + Bb \cdot (z + \beta) = (A + B) \cdot c\,(z + \gamma)$ werden, wenn obgedachter Satz bestehen bleiben soll u. s. f., wenn mehrere Körper zugleich eine Veränderung untergehn.

Wenn die Sache auf diese Weise einer gehörigen Rechnung unterzogen wird, so wird es nicht schwer, den bisher vergeblich gesuchten Stein der Weisen, ich meyne die unbedingte Grösse der Wärme, welche hier z genannt wird, zu finden, wie aus dem Folgenden leicht ersehen wird. Ich werde nun, in einem gewissen Falle, erstlich den Werth von z ausfindig machen, und darnach eine Vergleichung desselben mit der Menge der Wärme in verschiedenen Fällen anstellen, wodurch die Sache in ein vollkommneres Licht gestellt wird.

§. 3. Der Werth von z wird also überhaupt $= Aa\alpha + Bb\beta + Dd\delta +$ etc. $- (A + B + + D +$ etc.) $c\gamma$ dividirt durch $(A + B + D +$ etc.) $c - Aa - Bb - Dd$ etc., woselbst $A, B, D,$ etc. die Körper, welche mit einander vereinigt werden, a, b, d etc. ihre eigenthümliche Wärme, α, β, δ, ihre Stuffen fühlbarer Wärme, c die eigenthümliche Wärme der Mischung und γ deren Stuffe fühlbahrer Wärme, vorstellen. Weil der Nenner dieses Werthes, welcher

---

[a] Unter loser Wärme verstehe ich hier alle die Wärme, welche nach dem Maasse der fühlbaren Stuffe (Temperatur) der Wärme des Körpers vermehrt oder vermindert wird. Anm. d. Verf.

gegen den Zähler sehr klein gefunden wird, ganz und gar auf den Unterschieden zwischen der beobachteten eigenthümlichen Wärme der Körper beruht; so kann ein sehr kleiner Fehler in den zweyten und dritten Decimalzahlen, welchem bey der Erforschung der eigenthümlichen Wärme schwerlich entgangen wird, eine so grosse Veränderung in dem gesuchten Werthe bewürken, dass man, wenn die eigenthümliche Wärme vieler Körper auf einmal verglichen werden soll, den Ausschlag vieler Beobachtungen kaum zu einer einigermassen geschickten, Mittelzahl vereinigen kann. Ich wählte daher hiezu den einfachsten Fall, da Schnee oder Eis schmelzen oder im Wasser aufgelöst werden, zumalen dabey blos die beobachtete eigenthümliche Wärme des Schnees in Rechnung kömmt.

Schon im J. 1772. gab Hr. Prof. Wilcke in den Abhandl. der Kön. Akad. der Wiss. eine Menge von Versuchen an, welche zeigen, dass ballender Schnee, beym Schmelzen, eine Menge von Wärme einsaugt, welche $72\,^1/_6$ Graden beym Wasser entspricht, woraus, wenn das Verhältniss der eigenthümlichen Wärme des Schnees zu des Wassers seiner, wie 0, 9 : 1 angenommen wird, folgen muss, dass $z = 722\,°$, nach dem Schwedischen Wärmemessser, sey. Aber Hr. Black in Edinburg soll nach seinem Versuche eine Gradzahl von 147, nach dem Fahrenheitischen Wärmemesser, welche $81\,^2/_5$ nach dem Schwedischen ausmachen, erhalten haben, welchem zufolge $z = 817\,°$ seyn müsste. Weil bey dieser Verschiedenheit die Gradzahl, von welcher Hr. Prof. Wilcke fand, dass sie von ballendem Schnee eingesogen würde, kleiner, als die andere, war, so fiel ich darauf, dass der ballende Schnee eine gewisse Menge Wasser enthalten mögte, welche eine stärkere Kälte forderte, ehe sie zum vollkommenen Gefrieren gebracht werden könnte. Wie ich diesen Umstand durch eigene Versuche erforschen wollte, war die Jahreszeit schon so gelinde geworden, dass ich keinen Schnee, von grösserer oder geringerer Kälte, nach Belieben mehr wählen konnte. Ich musste mich daher mit einem Schnee von ohngefehr 2 ° unter dem Gefrierpunkte begnügen, welchen ich erhielt, wie ich die Gelegenheit der Nachtfröste nutzte. Von diesem wurden abgewogene Mengen in Wasser geschmolzen, welches zu einem höhern Grade, als zum Schmelzen erfordert ward, erwärmt war.

Die Versuche, welche ich solchergestalt anstellte, habe ich in folgender Tafel aufgeführt, woselbst die Spalte V das Vermögen des Gefässes selbst, in welchem der Schnee befindlich war und die Mischung geschah, eine Aenderung der Wärme zu verursachen, bezeichnet, d. i. V bezeichnet die Menge von Wasser, welche mit der Wärme des Gefässes die nemliche Aenderung in der Stuffe fühlbarer Wärme der Mischung, bewürken kann, welche das Gefäss bewürkt; B die Menge des Schnees in Zahlen von Lothen; β die Gradzahl der Kälte des Schnees und Gefässes unter dem Gefrierpunkte; A die Menge des Wassers; α die Gradzahl der Wärme des Wassers über dem Gefrierpunkte; γ die Gradzahl der gemeinschaftlichen Stuffe der Wärme nach der Schmelzung des Schnees; z die Grade der unbedingten Wärme unter dem Gefrierpunkt, nach der Formel $z = \frac{A\alpha + 0{,}9\,B\beta - (A+B)\cdot\gamma - V\cdot(\gamma - \beta)}{0{,}1\cdot B}$ berechnet.

V	B	β	A	α	γ	z
0,7	8	— 2,5	12	73,59 a)	10,83	799
0,7	8	— 2,2	12	71,1	9,24	806
0,7	5	— 1,15	15	43,68	12,02	801
0,8	8	— 1,65	20	48,85	11,13	804
0,8	8	— 1,9	20	51,64	13,31	793
						800,6

Nach diesen Versuchen kann z für zunächst = 800 °, nach dem Schwedischen Wärmemesser, angesehn werden, in so ferne die eigenthümliche Wärme des Schnees 0,9 ist; ist diese aber grösser, oder geringer, so erhält man, wie wenig solches auch betragen mag, eine grosse Verschiedenheit an Werthe von z; z. B. wenn die eigenthümliche Wärme des Schnees 0,91 wäre, so würde $z = 889$ u. s. f. Ueberdem kann ich auch nicht gänzlich vergewissert seyn, ob der Schnee, welchen ich angewandt habe, ganz frey von Wasser gewesen ist, in so ferne ich denselben nicht von einer Kälte mehrerer Grade habe erhalten können. Inzwischen will ich nun 800 als den rechten Werth der Grade der Wärme unter dem Gefrierpunkte ansehn, und nach Anleitung desselben eine Vergleichung zwischen dem Grade der Wärme, welchen andern Stoffe vor und nach der Veränderung ihrer Beschaffenheit haben, anstellen.

§. 4. Hiezu wählte ich zuerst das Kochsalz, und dessen Auflösungen im Wasser, weil das Vermögen des Wassers, dieses Salz aufzulösen, bey allen vorkommenden Graden der Wärme beynahe gleich gross, und die eigenthümliche Wärme mithin einem geringeren Unterschiede unterworfen ist, als bey den Auflösungen anderer Salze vorkommen mag, woselbst verschiedene Grade der Wärme eine verschiedene Kraft, eine grössere oder geringere Menge Salz aufgelöst zu halten, bewürken. Ich fand, dass 100 Theile gesättigter Kochsalzauflösung 27 Theile Salz enthielten; 100 Theile Wasser vermögen also 37,2 Theile Kochsalz aufzulösen.

Die eigenthümliche Wärme der Kochsalzauflösungen ward vermittelst eines Stückes Kupfer erforscht, so theils erwärmt, theils in den Auflösungen abgekühlt ward. Die eigenthümliche Wärme des Kupfers verhielt sich zu des Wassers seiner, wie 0,097 : 1. Hierauf ward die eigenthümliche Wärme des Kochsalzes, durch eine Mengung desselben mit einer gesättigten Salzauflösung, erforscht.

Den Ausschlag dieser Versuche habe ich in folgender Tafel aufgeführt, woselbst die oberste Zeile jeder Spalte das Verhältniss des Kochsalzes zum Wasser in der Auflösung, und die übrigen die durch wiederholte Versuche für solche Auflösung gefunden eigenthümliche Wärme anzeigen. Die erste Spalte zeigt die eigenthümliche Wärme des Kochsalzes.

---

a) Wenn ich hier, wie weiterhin $\frac{1}{100}$ Theile von Graden angesetzt habe, so ist solches nicht so zu verstehn, dass ich eine so geringe Aenderung am Wärmemesser mit Genauigkeit habe beobachten können, sondern, da ich zu den Versuchen zween Wärmemesser gebraucht habe, welche nicht völlig übereinstimmten, so habe ich eine Mittelzahl zwischen der, an beyden Wärmemessern, bey der nemlichen Stuffe fühlbarer Wärme, wahrgenommenen Gradzahl genommen, so ich zu dem Ende vorher durch die ganze Stuffenleiter verglichen hatte. Anm. d. Verf.

1 : 0	3,72 : 10	3 : 10	2 : 10	1,56 : 10	1 : 10
0,239	0,820	0,852	0,888	0,941	0,967
0,236	0,800	0,838	0,883	0,938	0,954
0,232	0,797	0,820	0,872	0,904	0,934
0,228	0,795	0,816	0,867	0,892	0,925
0,225	0,782	0,809	0,860	0,880	0,923
0,197	0,765	0,785	0,840	0,874	9,912
0,220	0,793	0,820	0,808	0,905	0,936

Nun ist hiemit noch die Kälte zu vergleichen übrig, welche das Kochsalz, während seiner Auflösung, verursacht. Zu dem Ende habe ich in folgender Tafel einige Versuche, mit Mischungen von feinem gepülverten Kochsalze und Wasser, vorgestellt. Die spalte V zeigt die Menge des Wassers an, welche mit der Wärme des Gefässes die nemliche Aenderung der Stuffe fühlbarer Wärme, wie das Gefäss, bewürken kann; δ die Stuffe der fühlbaren Wärme des Gefässes; B die Menge des Wassers, β die Stuffe der fühlbaren Wärme des Salzes, A die Menge des Wassers, α die Stuffe der fühlbaren Wärme des Wassers, γ die Stuffe der fühlbaren Wärme der Mischung, nach geschehner Auflösung. Wenn eine verdünnte Salzauflösung, anstatt des Wassers, gebraucht worden ist (in 9, 10, 11:ten Versuch) so habe ich die Auflösung von 1 Theile Salz in 10 Theilen Wasser mit M, von 2 Th. Salz in 10 Th. Wasser mit N, von 3 Th. Salz in 10 Th. Wasser mit O bezeichnet

Vers.	V	δ	B	β	A		α	γ
1	0,6	20,8	5	21,2	10		20,8	18,58
2	0,7	19,5	5,5	19,5	14,5		19,5	16,95
3	1,2	23	3,5	23	10		40,84	35,65
4	1,2	20,8	3	20,8	10		20,8	18,72
5	0,7	23	4,5	23	15		23	20,54
6	1,2	20,51	2	20,51	10		20,51	18,65
7	1,2	20,44	1	20,44	10		20,44	19,1
8	1,2	21,58	1	21,58	10		21,58	20,25
9	1,2	21,52	1	21,52	11	M	21,52	20,99
10	1,2	21,75	1	21,75	12	N	21,75	21,45
11	1,2	21,52	1	21,52	13	O	21,52	21,3

Weil hieraus erhellet, dass die stärkste Kälte entstand, wenn das Wasser vorher kein Salz aufgelöst hielt, und dass überhaupt, in Verhältniss gegen die Menge des aufgelösten Salzes, mehr Wärme verloren gieng, wenn eine grössere Menge Wasser angewandt ward; so stellte ich folgende Versuche an, um zu sehen, ob nicht eine fernerweitige Kälte bemerkt werden würde, wenn eine gesättigte Salzauflösung mit Wasser verdünnt würde. Mit P habe ich eine gesättigte Salzauflösung, mit α die gemeinschaftliche Wärme des Wassers und der Auflösung, vor der Mischung, bezeichnet. Die übrigen Buchstaben behalten die nemliche Bedeutung, welche sie bey den vorhergehenden Versuchen hatten. Die letzte Spalte stellt das Verhältniss der Mengen des Salzes und Wassers, in der verdünnten Auflösung, an.

	P	A	α	γ	Salz:	Wasser
12	10	19,7	19,6	18,95	1 :	10
13	10	19,7	19,75	19,1	1 :	10
14	10	10	21,4	20,75	1,56 :	10
15	10	6,2	20	19,5	2 :	10
16	10	1,7	20,45	20,25	3 :	10

Solchergestalt ersieht man hieraus, dass der Verlust der fühlbaren Wärme, bey der Verdünnung der Auflösung in den nemlichen Verhältnissen, aus welchen die Menge des Wassers vermehrt wird, grösser wird, und dass ein Salz, welches einmal im Wasser aufgelöst ist, einen abermaligen Zusatz von Wärme bedarf, ehe es zu der Stuffe der Flüssigkeit gebracht werden kann, welche einer verdünntern Auflösung zukömmt.

Ist nun während dieser Auflösungen keine Aenderung der unbedingten Menge der losen Wärme vorgegangen, und fängt die Gradzahl der Wärme bey 800° unter dem Gefrierpunkte an, so erhält man folgende allgemeine Gleichungen: $Aa \cdot (800 + \alpha) + Bb \cdot (800 + \beta) + V \cdot (\delta - \gamma) = (A + B - y)\ c \cdot (800 + \gamma) + yb \cdot (800 + \gamma)$; $(A + Pp)\ (800 + \alpha) = (A + P)\ c \cdot (800 + \gamma)$; da denn y die Menge Kochsalz, welche vor und nach der Mischung (beym 1, 2, 11:ten Vers.) unaufgelöst geblieben ist, und p die eigenthümliche Wärme von P, oder der gesättigten Salzauflösung, bedeutet.

Und da, diesem zufolge, der Werth der entstandenen eigenthümlichen Wärme der Auflösung $c = \dfrac{Aa \cdot \overline{800 + \alpha} + Bb \cdot \overline{800 + \beta} + V \cdot \overline{\delta - \gamma} - yb \cdot \overline{800 + \gamma}}{(A + B - y) \cdot (800 + \gamma)}$ (nach den Versuchen 1 ··11) oder $c = \dfrac{(A + Pp)(800 + \alpha)}{(A + P)(800 + \gamma)}$ (nach den Versuchen 12 ··· 16) berechnet wird, so erhält man folgende Vergleichung zwischen diesem und dem Werthe der beobachteten eigenthümlichen Wärme

	Berechn.		Beob.	
Versuch.	Salz: Wasser	eig W.	eig. W.	Unterschied.
1, 2, 11	3,72 : 10	0,793	0,793	0,000
3	3,5 : 10	0,802		
4, 5, 10, 16	3 : 10	0,824	0,820	+ 0,004
6, 9, 15	2 : 10	0,873	0,866	+ 0,007
14	1,56 : 10	0,896	0,905	— 0,009
7, 8, 12, 13	1: 10	0,932	0,936	— 0,004

Diese Unterschiede sind so geringe, dass sie der Unvollkommenheit bey der Erforschung der eigenthümlichen Wärme ganz und gar zugeschrieben werden können, als worin man der Wahrheit kaum ohne vielfältig mehrere male wiederholte Versuche näher kommen kann. Diese Versuche treffen also so genau, wie es möglicherweise erwartet werden konnte, mit dem Satze überein, dass die Erscheinung der Kälte, während der Auflösung, ganz und gar von der Veränderung der eigenthümlichen Wärme entstehe. Da diese Kälte hier aber

gleichwohl sehr geringe ist, und kaum 3 Grade beträgt, so ist ihr Verhältniss zu der ganzen Menge der Wärme beynahe unmerklich. Daher kömmt es, dass man beynahe den nemlichen berechneten Werth von c erhält, wenn anstatt 800° jede andere beliebige grosse Zahl genommen wird. Und wenn diese auch unendlich gross wäre, d. i. wenn keine Veränderung der eigenthümlichen Wärme geschähe, da man denn $c = \frac{Aa + B}{A + B}$ erhält, so wird auch dieser Werth nur um 2 bis 3 Tausend-Theilchen von dem vorhergehenden verschieden ausfallen.

§. 5. Zur Gewinnung einer mehreren Gewissheit hielt ich dafür nöthig, noch andere Erscheinungen zu vergleichen, bey welchen sich die Aenderung der Wärme in einer stärkern Stuffe weiset, und weil die Vitriolsäure wegen ihrer Eigenschaft, sich mit Wasser stark zu erhitzen, bekannt ist, so nahm ich mir vor, verschiedene Versetzungen derselben mit Wasser, sowohl in Ansehung ihrer eigenthümlichen Wärme, als der, während der Mischung entstehenden Hitze zu untersuchen.

Die Vitriolsäure ward durch Kochen von dem anhängenden Brennbaren und ihrem überflüssigen Wasser befreyet, worauf ihre eigenthümliche Schwere bey einer Wärme von 15° 2,008 betrug. Ein Theil derselben forderte zur Sättigung 1,44 Theile luftgesäuerter Bittersalzerde.

Die eigenthümliche Wärme dieser Säure zu erforschen, wählte ich folgenden Ausweg; die Säure ward in eine sehr dünne Glaskugel gegossen, welche ohngefehr 3 Loth Wasser fasste und an einer langen und engen gläsernen Röhre fest sass. Die Kugel ward mit ihrer Säure in warmem Wasser erwärmt, und in einem kälteren abgekühlt. Nachdem ich nun zuvor die Würkung der Glaskugel selbst, wenn sie leer oder voll Wasser auf die nemliche Weise handthieret ward, durch Versuche erforscht hatte, so war es leicht die Würkung der Säure zu beurtheilen. Da die Mittheilung der Wärme aber sehr langsam geschieht, wenn sie erst von der Säure zum Glase, und ferner von Glase zum Wasser übergeht, wodurch 5 bis 6 Minuten vergiengen, ehe das Wasser seine stärkste Wärme erhalten hat, während welcher Zeit nothwendig ein grosser Theil in die umgebende Luft verloren gehn musste, so ward ich veranlasst, bey diesen Versuchen ohngefehr eine Viertelstunde abzuwarten, und jede Minute genau anzumerken, wie warm das Wasser war. Da nun der Unterschied zwischen der Wärme des Wassers und des Dunstkreises nicht über 6, 8 bis 10 Grade geht, so kann man den Abgang der Wärme für diese Zeit als einförmig ansehen, und dadurch zunächst finden, wie viele Wärme, während der ganzen Zeit der Beobachtung, verloren gegangen ist. Für die ersten Minuten, ehe das Wasser so viele Wärme hat erlangen können, musste ich jedoch eine Berichtigung anstellen, zu welchem Ende ich zuvor durch Versuche erforscht hatte, wie grosse Verminderungen der Wärme des Wassers, in einer kältern Luft, auf jede Minute, allen Verschiedenheiten der Stuffen fühlbarer Wärme entsprechen. Hiedurch war ich also im Stande zu bestimmen, welche Wärme das Wasser gahabt haben würde, wenn selbige aus der Säure und dem Glase auf einmal mitgetheilt worden wäre. Wer bey solchen Versuchen Hand angelegt hat, findet jedoch leicht, wie manche kleine Umstände hiebey zu einem Irrthum beytragen können.

Den solchergestalt beobachteten Werth der eigenthümlichen Wärme für verschiedene Versetzungen von verstärkter Säure und Wasser, habe ich in folgender Tafel aufgeführt, wo-

selbst die oberste Zeile in jeder Spalte das Verhältniss der verstärkten Säure, gegen das Wasser, und die übrigen die für die nemliche Mischung beobachtete eigenthümliche Wärme anzeigt.

1:0	4:1	2:1	1:1	1:2	1:5	1:10
0,364	0,465	0,516	0,635	0,761	0,899	0,959
0,347	0,455	0,509	0,618	0,759	0,882	0,930
0,346	0,448	0,506	0,609	0,755	0,876	0,929
0,336	0,440	0,506	0,601	0,747	0,871	0,925
0,332	0,427	0,490	0,585	0,746	0,870	0,906
0,310	0,418	0,471	0,580	0,726	0,858	0,902
0,339	0,442	0,500	0,605	0,749	0,876	0,925

Die Hitze, welche die Vitriolsäure während ihrer Mischung mit Wasser bewürkt, ward dadurch erforscht, dass beyde Stoffe welche zusammen 6, höchstens 10 Loth ausmachten, zusammen in ein porcellainenes Schälchen gegossen und schnell mit einer Glasröhre umgerührt wurden, wobey das höchste Steigen des Wärmemessers beobachtet ward.

Den Ausschlag dieser Versuch habe ich in folgenger Tafel aufgeführt, woselbst die Spalte *B* die Menge der Säure, *C* verstärkte Säure, *D* 4 Th. verstärkte Säure gegen 1 Th. Wasser, *E* 2 Th. verstärkte Säure gegen 1 Th. Wasser, *F* gleiche Theile verstärkte Säure und Wasser, *G* 1 Th. verstärkte Säure gegen 2 Th. Wasser, *H* 1 Th. verst. Säure gegen 5 Th. Wasser, *I* 1 Th. verst. Säure gegen 10 Th. Wasser, *A* die Menge des Wassers, α die gemeinschaftliche Stuffe fühlbarer Wärme des Wassers und der Säure vor der Mischung, und γ die Stuffe fühlbarer Wärme nach der Mischung, anzeigen. Die letzte Spalte zeigt das Verhalten der Säure gegen das Wasser in der Mischung an.

Vers.	*B*	*A*	α	γ	
1	4C	1	12 °	119, ° 5	D
2	2C	1	11,13	124	E
3	1C	1	10,5	100	F
4	0,5C	1	10,25	70	G
5	0,2C	1	10,25	38,25	H
6	0,1C	1	9,5	24,75	I
7	1,067D	1	10,5	49	F
8	0,128D	1	11,15	18,77	I
9	0,158E	1	10,5	15,5	I
10	2F	1	12	19,43	G
11	0,5F	1	12,6	17,6	H
12	0,222F	1	12,4	15,15	I
13	1G	1	12,25	14	H

Ist nun die Vielheit der losen Wärme, vor und nach der Mischung, die nemliche, so kann man aus diesen Versuchen nach den Formeln,

$$c = \frac{Aa + Bb}{A + B} \cdot \frac{800 + \alpha}{800 + \gamma}; \quad b = \frac{(A + B) \cdot c}{B} \cdot \frac{800 + \gamma}{800 + \alpha} - \frac{Aa}{B};$$

berechnen, wie gross die eigenthümliche Wärme für jede der gemachten Mischungen seyn müsse, wenn selbige bey einer derselben gegeben ist.

Diesen berechneten Werth der eigenthümlichen Wärme habe ich in folgengen Anzeichnungen aufgesetzt, woselbst die erste Spalte den Versuch, nach welchem die Berechnung angestellt ist, die zwote das Verhältniss der Säure zum Wasser, die dritte die berechnete eigenthümliche Wärme anzeigen.

Wenn man die eigenth. Wärme		von C =	0,339
annimmt	1	D	0,416
	2	E	0,491
	3	F	0,603
	4	G	0,726
	5	H	0,860
	6	I	0,923
Wenn man die eigenth. Wärme		von D =	0,442
annimmt	1	C	0,372
	7	F	0,662
	8	I	0,928
Wenn man die eigenth. Wärme		von E =	0,500
annimmt	2	C	0,354
	9	I	0,926
Wenn man die eigenth. Wärme		von F =	0,605
annimmt	3	C	0,344
	7	D	0,414
	10	G	0,730
	11	H	0,863
	12	I	0,925
Wenn man die eigenth. Wärme		von G =	0,749
annimmt	4	C	0,413
	10	F	0,634
	13	H	0,873
Wenn man die eigenth. Wärme		von H =	0,876
annimmt	5	C	0,438
	11	F	0,644
	13	G	0,756
Wenn man die eigenth. Wärme		von I =	0,925
annimmt	6	C	0,367
	8	D	0,416
	9	E	0,492
	12	F	0,605

Wenn man von diesen Werthen die Mittelzahl nimmt, so erhält man folgende Vergleichung, zwischen der beobachteten und berechneten eigenthümlichen Wärme.

Verstärkte Säure: Wasser	Berechnete eig. Wärme	Beobachtete eig. Wärme	Unterschied.
1:0	0,381	0,339	— 0,042
4:1	0,415	0,442	+ 0,027
2:1	0,491	0,500	+ 0,009
1:1	0,622	0,605	— 0,017
1:2	0,737	0,749	+ 0,012
1:5	0,865	0,876	+ 0,011
1:10	0,925	0,925	0,000
			0,000

Weil diese Unterschiede nicht grösser sind, als dass sie ganz und gar von einem Fehler bey der beobachteten eigenthümlichen Wärme herrühren können, so kann man selbige völlig so ansehn, als wenn sie übereinstimmten. Man sieht also deutlich, die Veränderung der eigenthümlichen Wärme, welche die beobachteten Veränderungen der Stuffe der fühlbaren Wärme zu bewürken vermogt hat, würklich mit der eigenthümlichen Wärme der Säure und des Wassers, vor und nach der Mischung eintrifft. Es kann also kein Zweifel statt finden, dass die Hitze, welche während der Mischung entsteht, davon hergeleitet werden muss, dass die eigenthümliche Wärme bey den gemischten geringer ist, als wenn die eigenthümliche Wärme der Säure und des Wassers gleichförmig überall vertheilt geworden wäre.

Hiedurch wird zugleich bekräftigt, dass der Punkt am Schwedischen Wärmemesser, welcher einen unbedingten Mangel der Wärme zeigen würde, ohngefehr 800 ° unter dem Gefrierpunkte gelegen ist, obgleich die angeführten Versuche einige Abweichung ergeben, welche bey einem so entfernten Punkte schwerlich mit äusserster Genauigkeit bestimmt werden kann.

Seit Wärmemesser erfunden wurden, haben sich die Naturkundiger sorgfältig bemüht, die würklichen Grade der Wärme ausfindig zu machen. Dabey hat man allezeit so grosse Schwierigkeiten angetroffen, dass man die Sache endlich so gut als aufgegeben hat. Aber man war der Wahrheit würklich näher, als man glaubte, seitdem man die eigenthümliche Wärme der Körper zu bearbeiten anfieng. Indem Hr Magellan, in seinem *Essay sur la nouvelle théorie du Feu élémentaire*, die Wärme, welche der Schnee beym Schmelzen verschluckt, mit der Zunahme seiner eigenthümlichen Wärme vergleicht; so zieht er den Schluss, dass die ganze Menge der Wärme des Wassers beym Gefrierpunkte 720 ° entspreche, wenn die vom Schnee verschluckt werdende Wärme zu 72 ° angenommen wird. Aber von dieser, solchergestalt erfundenen, Gradzahl macht er darnach keine weitere Anwendung, sondern nimmt viehlmehr, da, wo von der unbedingten Wärmemenge, welche bey der Verwandlung der Luft des Dunstkreises in Luftsäure losgemacht wird, die Frage ist, mit Hrn. D. Crawford, einen ganz andern Grund zur Bestimmung der Menge der Wärme an, nemlich die höchste Gradzahl der Kälte, so man durch die Kunst hat hervorbringen können, und welche ohngefehr

111° nach dem Schwedischen Wärmemesser entspricht. Weil sich also die eigenthümliche Wärme der Luft des Dunstkreises zur eigenthümlichen Wärme der Luftsäure wie 69 : 1 verhält, so sieht er die entstandene Wärme dafür an, dass sie 69 · 111 Grade betrage, anstatt, dass sie, wenn die Verwandlung beym Gefrierpunkte geschehn wäre, als = 69 · 720 Grad hätte angesehn werden müssen. Hr. Magellan scheint diese 720° des Wassers also, als gar nicht zur Stuffenleiter des Wärmemessers gehörig, anzusehen.

§. 6. Was von den Vereinigungen des Schnees, Kochsalzes und der Vitriolsäure mit dem Wasser angeführt worden ist, gilt ebenfalls unfehlbar von allen übrigen chemischen Auflösungen und Vereinigungen, woraus der allgemeine Schluss gezogen werden kann, dass alle die Erscheinungen entstandener Wärme oder Kälte, welche sich bey den Vereinigungen der Körper zeigen, durch das verschiedene Vermögen der Körper bey einer jeden Stuffe fühlbarer Wärme eine bestimmte Menge Wärme bey sich fest zu halten, und den Veränderungen, welche sie in Ansehung dieses Vermögens oder ihrer eigenthümlichen Wärme leiden, während dass ihre Zusammensetzung eine andere Einrichtung erhält, verursacht werden.

Wie fast alle Körper, bey ihrer Vereinigung mit einander, eine Veränderung, in Ansehung ihrer eigenthümlichen Schwere, leiden, so verändert sich mehrenteils auh ihre eigenthümliche Wärme und wird bald grösser, bald geringer, als sie nach der Formel $c = \frac{Aa + Bb}{B + B}$ seyn sollte. Wird die eigenthümliche Wärme grösser, so entsteht eine Kälte, wird sie aber geringer, so zeigt sich Wärme. Daher findet man, dass selten irgend einige chemische Vereinigung vor sich geht, ohne dass sich entweder eine Kälte oder eine Wärme offenbaret.

Dies nemliche geschieht, wenn ein Körper aus seiner Vereinigung mit einem andern ausgeschieden wird, oder auf eine andere Weise eine Veränderung in Ansehung seines Zusammenhanges untergeht. Dies giebt einen neuen Ausweg, die eigenthümliche Wärme der Luftarten und Dämpfe zu finden, wenn man die eigenthümliche Wärme der Stoffe, welche die Luft abscheiden, vor und nach ihrer Trennung, die Menge solcher Luft und der Wärme, welche während der Scheidung derselben vermisst wird, kennt. Eben so kann hiernach die eigenthümliche Wärme eines fliessenden Körpers berechnet werden, wenn die eigenthümliche Wärme in ihrem festen Zustande und die Wärme, welche während der Umänderung ihrer Beschaffenheit verloren geht, gegeben sind.

Anmerkung. Bisher habe ich mit Hülfe der durch Versuche erforschten eigenthümlichen Wärme der Körper, sowohl die unbedingte Gradzahl der Wärme, als auch die eigenthümliche Wärme solcher Körper, welche eine neue Beschaffenheit erhalten haben, ausfindig zu machen gesucht. Nun werde ich auch angeben, wie man, nach Anleitung der gemeldeten Lehre, dasselbe finden kann, wenn blos die Aenderung der Stuffe fühlbarer Wärme gegeben ist, welche bey der Umänderungen der Beschaffenheit des Körpers entsteht.

1. Die unbedingte Gradzahl der Wärme zu finden. Wenn ein Körper A seine eigenthüml. Wärme a, zu einer andern c, verändert, und während dieser Veränderung bey der Stuffe fühlbarer Wärme (Temperatur) $z + \alpha$, eine neue Stuffe fühlbarer Wärme $z + \gamma$ entsteht, auch von selbiger Veränderung, bey der Stuffe fühlbarer Wärme $z + \alpha'$, die Stuffe fühlbarer Wärme $z + \gamma'$, die Stuffe fühlbarer Wärme $z + \gamma'$ entsteht, so hat man $\gamma - \alpha : \gamma' - \alpha' = z + \alpha : z + \alpha'$, woraus der Werth von z bestimmt wird. Was von der Veränderung eines

Körpers gesagt ist, gilt gleichfalls, wenn mehrere Körper, durch ihre Vereinigung, einen neuen Körper mit veränderter eigenthümlicher Wärme ausmachen.

2. Die eigenthümliche Wärme der Körper zu finden. Man lasse B, B' zwo Mengen eines nemlichen Stoffes seyn, welche mit A gemischt eine Veränderung der gemeinschaftlichen Stuffe fühlbarer Wärme bewürken; die eigenthümliche Wärme von B(oder B') und A sey b, a, und die eigenthümliche Wärme der Mischungen $B+A$, $B'+A$, sey c,c'. Ferner lasse man C eine Menge des nemlichen Stoffes mit $B+A$ (deren eigenthümliche Wärme c ist) vorstellen, welche mit A gemischt einen Stoff von gleicher Beschaffenheit mit $B'+A$ (deren eigenthümliche Wärme c' ist) ausmacht. Ist nun die gemeinschaftliche Stuffe fühlbarer Wärme vor der Mischung α und nach der Mischung von B und A, γ; von B' und A, γ'; von C und A, γ''; so erhält man

$$c=\frac{Aa+Bb}{A+B}\cdot\frac{z+\alpha}{z+\gamma};\quad c'=\frac{Aa+B'b}{A+B'}\cdot\frac{z+\alpha}{z+\gamma'}=\frac{Aa+Cc}{A+C}\cdot\frac{z+\alpha}{z+\gamma''};$$

woraus det Werth der drey unbekannten b, c, c' ausgerechnet werden kann, wenn $a=1$ angenommen wird.

Bey diesen Berechnungen wird voraus gesetzt, dass die eigenthümliche Wärme der Körper, bey allen vorkommenden Stuffen fühlbarer Wärme, beständig die nemliche sey.

Ich wünsche, dass jemand, der bessere Gelegenheit hat und mehrere Erfahrung besitzt, die entstandenen Grade der Wärme oder Kälte mit der hier erforderlichen Genauigkeit zu bestimmen, sich Versuche dieser Gattung vornehmen möge, welche über die Lehre von der Wärme viel Licht verbreiten würden.

III.

Disquisitio de theoria caloris corporum specifici *).

§. I.

Introitus.

Sensum Calidi vel Frigidi, quem corpora nobis imprimunt, a materia potius subtilissime in illis diffusa, cum plurimis physicorum derivare aptius ducimus, quam per singularem corporum affectionem, motum partium intestinum, vel aliam quamcunque, neque ullo modo manifestam, nedum ex phaenomenis caloris satis explicandam facultatem eundem interpretari. Siquidem non tantum a Calore alienae prorsus non esse videntur proprietates, quibus potissimum Corpora distingui solent, *Extensio* scilicet, *Soliditas* et *Vis inertiae*, sed et in illo conspicua est *Attractionis vis*, qua corpora secum invicem varie conjunguntur, aliam prae alia amantia societatem. Notissimum enim est, calorem interdum vehementem prorumpere, interdum ingens produci frigus, mutata solummodo forma corporum, in quibus antea neque caloris neque frigoris indicia fuerant obvia: indeque jam olim magno Boerhaavio evictum erat, majorem minoremve, pro re nata, caloris copiam in omnibus fere corporibus delitescere, qui ligatus quasi, sensus fugiat nostros.

Haec quamvis indubia visa sint non tamen inter omnes convenit de modo, quo in corpore lateat caloris materia. Alii namque hanc, utut partem illius necessariam, sine totius destructione non separandam consideraverunt: quemadmodum saepissime corpora diversae indolis, attractione chemica, arcte adeo colligata esse reperiuntur, ut singulorum proprietates interdum obscure, interdum plane non perspici queant, antequam tota dirimatur compages. Alii vero tam arcto nexui officere summam caloris subtilitatem et agilitatem existimantes, hunc potius in corporibus vi quadam detineri perhibuerunt, illi, qua elastica corpora coguntur, analoga; omnemque propterea in corpore latentem caloris quantitatem, salva corporis indole, augeri vel diminui, immo evanescere posse, prout, mutata temperatura corporum circum-

*) Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis. Vol. V. 1792. S. 1–49.

jacentium, externa, ut ita dicam, variet pressio: haud aliter ac materia aëris, vasi rigido aperto inhaerentis, mutato pondere atmosphaerae, increscat vicissim et diminuatur, atque in vacuo Torricelliano nihilo aequalis fiat.

Horum opinio facile se cuivis insinuat, quia calor pleraque corpora, ubi ejus abundat copia, in elasticos solvere valet vapores, et nostro praecipue aevo permultis Physicorum arrisit, quod aliis quoque caloris ignisque phaenomenis explicandis aptissima videretur. Cum vero contra ipsam dubia haud spernenda a nonnullis mota sint, meas quoque vires in eadem examinanda periclitatus sum. Experimentorum descriptionem in sequentibus pagellis Benignis Lectoribus offero; praemissis historiola, axiomatibus atque notionibus quibusdam generalibus quas Fautoribus Theoriae jam examinandae placuit adoptare.

§. II.

De Capacitate Corporum, respectu Caloris.

Primum itaque monuisse juvabit, commixtis aequalibus ejusdem corporis portionibus inaequaliter calefactis, calorem compositi cum temperatura media ex temperaturis mixtorum, thermometro mercuriali exhibitis, quam proxime convenire: vel, si inaequales fuerint massae miscendae, temperaturam communem talem prodire, ut frigidiori corpori tantum caloris accessisse reperiatur, quantum perdiderit calidius, computata caloris quantitate ex gradibus thermometri in massas corporum ductis.

Cum vero similiter comparata sunt corpora diversae indolis, secundum alias prorsus leges communicari calorem, et inter aequales materiae quantitates valde interdum inaequaliter dividi, compertum est. *Hydrargyri* partes circiter triginta, cum aqua calidiore communicatae, hujus temperaturam nihilo plus minuere valent, quam si unica tantum aquae pars loco hydrargyri adhibita fuisset. Similiter 30 partes hydrargyri calidioris, frigidiorem aquam, nonnisi eo gradu, quo una aquae pars, temperatura hydrargyri praedita, calefaciunt. Itaque data hydrargyri quantitas, per datum numerum graduum calefacta vel frigefacta, nonnisi trigesimam partem caloris absorbet vel perdit ejus, qui in aequali aquae quantitate easdem producat mutationes temperaturarum. Et generatim, ut eaedem oriantur in pluribus ejusdem ponderis corporibus temperaturarum variationes, alia alias postulant caloris quantitates: *Cuprum* ex. gr. nonnisi partem decimam, *Ferrum* octavam, *Spiritus vini* dimidiam, *vapores aquae* sesquialteram, *Aër vitalis* quatuor partes caloris, cujus unam *Aqua* requirit partem.

Has diversorum corporum proprietates *Capacitates communicandi vel recipiendi caloris*, vel simpliciter *Capacitates* appellavit Celeb. D:r Crawford a). Alii easdem *Caloris specifici* nomine denotaverunt b).

---

a) Essay on Animal Heat etc. 2. Edit. Lond. 1788.

b) Celeb. Wilcke, in Kongl. Sv. Vet. Acad. Handl. Holmiae 1781. Cel. Lavoisier et de la Place in Mem. de l' Acad. Roy, des Scienc. 1780. Cfr. Dissert. de Theoria Caloris Corp. Spec. Aboae 1784.

§. III.

De Theoria Caloris specifici.

Ex iis quae in §. praecedente allata sunt, patet quantitates caloris, quae ad datum quemvis gradum calefaciant corpora diversa, modo invariatae sint cujusque Capacitates, esse in ratione capacitatum et massarum corporum conjunctim: et si, frigefactis corporibus ad *punctum absoluti frigoris* a), nihil omnino in illis supersit caloris, eandem quoque servare proportionem *quantitates caloris absolutas* corporum. Jam vero compertum est, capacitates corporum non semper esse constantes, sed, variata temperatura, interdum augeri vel diminui, maxime ubi simul corporis mutetur forma. Itaque ex fundamento memorato caloris absoluti relationes detegi nequeunt, nisi leges quoque variationum capacitatis innotescant.

Has quidem primus, quod sciam, Irwine Celeber Doctor Glascowiensis indagare studuit; qui, cum ex experimentis Celeberr. Black, Wilcke aliorumque novisset, calorem semper fere vel frigus ex mutata corporum forma produci, sedulo examinatis capacitatibus nonnullorum corporum, quae ejusmodi subeunt mutationes, illas increscere invenit dum frigus oriretur, decrescere vero ubi produceretur calor. Hinc non veritus est Irwine generatim adserere, tantum esse nexum inter capacitates corporum et absolutas, quas fovent caloris quantitates, ut corpus quodcunque in quacunque temperatura collocatum, tantum habeat caloris, quantum contineret, sistens per omnes gradus, usque ad punctum absoluti frigoris esset ejusdem capacitas, atque si in puncto frigoris absoluti omni orbatum esset calore. Sic namque judicavit, diminuta, quacunque de caussa, corporis capacitate, plus adesse in illo caloris, quam quae ad ipsius temperaturam servandam sufficeret, et e contrario deficere partem caloris, ad datam temperaturam servandam necessarii, ubi subito augeatur capacitas.

Secundum hanc itaque hypothesin, quam post Irwinum plurimi adoptaverunt Physici, capacitates corporum pondere aequalium et in communi temperatura positorum, rationem semper sequuntur quantitatum caloris omnis corporibus inhaerentis. Eadem quoque innititur nova illa *Theoria*, quam propterea *Caloris specifici* appellaverunt.

§. IV.

Gradus Caloris absoluti, per Theoriam Caloris specifici determinandi.

Repraesentet AO (Fig. 1.) scalam thermometri; O punctum frigoris absoluti; AB capacitatem corporis in temperatura A constituti; erit, secundum theoriam caloris speci-

---

a) Quum calor non possit non finitae quantitatis esse, atque aequales ejusdem partes, in dato corpore, per aequales thermometri gradus repraesententur, nullum quidem est dubium, quin, si indefinite produci ponatur scala thermometri, in hac tandem inveniri debeat punctum, ubi omnis thermometrum deficiat calor. Hoc propterea *punctum frigoris absoluti* mihi audit. *Gradus absolutos* illos appello, quorum numeratio sit a puncto frigoris absoluti. Per *absolutam* vero *caloris quantitatem* omnem intelligo calorem qui corpori inhaeret.

fici, omnis calor corpori inhaerens, per rectangulum AH repraesentandus. Si vero, quacunque de caussa increscat corporis capacitas, et fiat rectae AC aequalis; cum adhuc sit quantitas caloris corporis, ut capacitas in temperaturam ducta, ipsique aliunde nihil addi vel subtrahi ponatur; temperatura, necesse est, minuatur, usque ad punctum thermometri D, adeo ut rectangula AH, DI aequalia fiant. Hinc aequalia etiam erunt AG, BI. Adeoque, cognitis capacitatibus AB, AC, et temperaturarum differentia AD, invenietur AO, sive numerus graduum absolutorum infra temperaturam datam $A = \frac{AC \cdot AD}{BC}$; qui propterea erit directe ut adaucta capacitas et numerus graduum absorptorum, atque reciproce, ut differentia capacitatum.

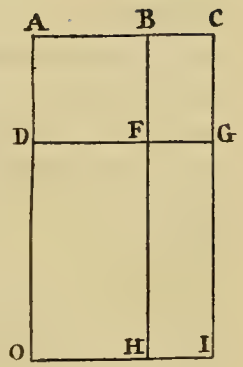


Fig. 1.

Sic gradus caloris absolutos ex phaenomenis nivis liquefactae computavit D:r Irwine, scil. cum ex experimentis Cel. Wilcke intelligeret nivem liquescentem tantum absorbere caloris, quantum 72 circiter gradibus Therm. Cels., temperaturam aquae, ejusdem cum nive ponderis, augere poterat, nivis vero capacitatem $^9/_{10}$ partes esse capacitatis aquae putaret; absolutum graduum numerum sub puncto congelationis aquae aequalem esse $\frac{72 \cdot 1}{1 - 0{,}9} = 720$ gr. Cels. judicavit.

§. V.

Phaenomena Ignis et Caloris animalis per Theoriam Caloris specifici explicata.

Rem ulterius explorandam egregio studio susceperat Inclitissimus D:r Crawford, de eo maxime solicitus, ut fontes et caloris vitalis animantium et ignis, quem inflammabilia emittunt corpora, investigaret. Operaeque Ipsius subsidio erant detectae nuper ab Ingeniosissimo Scheele, D:re Priestley aliisque, proprietates aëris, quem purum vocamus, qui solus respirationi animalium ac inflammationi corporum inservire, eo vero ipso quasi destrui deprehensus erat, subortis in locum ejus partim aëre vitiato, partim aqua, partim aliis atque aliis substantiis, pro diversitate corporum.

His corporibus sedulo examinatis, invenit Cel. Crawford capacitatem aëris puri tantum superare capacitates aquae et aliorum, in quae immigravit, corporum, ut originem omnis, quem diximus, caloris, jacturae capacitatis aëris factae adscribendam esse, jam anno 1779 non dubitaret adseverare. Deinde quoque, re penitius considerata, per multitudinem novorum experimentorum, calculosque ingeniosissime subductos, receptam non modo confirmare opinionem, sed ad Geometricam fere evidentiam demonstrare conatus est in opere A:o 1788 iterum edito.

§. VI.

Calor vel Frigus Solutionum Salinarum per Theoriam Caloris specifici explicata.

Ut primum ex Ephemeridibus litterariis notitia experimentorum in Britannia factorum ad me pervenerat; desiderio rei propius cognoscendae et examinandae, calorem vel frigus sub

solutionibus Salium in aqua exortum accurate dimetiri, atque cum mutationibus capacitatum, simul forte contingentibus comparare studui.

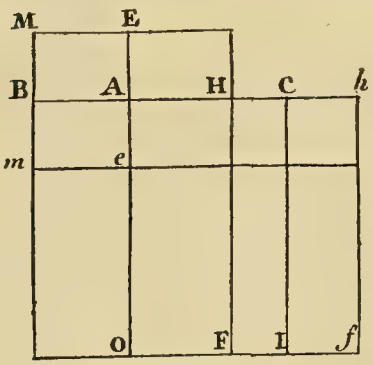


Fig. 2.

Sint AB, AC (Fig. 2.) capacitates duorum corporum pondere aequalium, in communi temperatura A; facta vero horum mixtione, sit temperatura compositi E, atque capacitas mixti $= \frac{BH}{2}$; erit secundum theoriam caloris specifici quantitas caloris corporibus inhaerentis, ante mixtionem per rectangulum BI, et post mixtionem per MF repraesentanda. Igitur, cum aequalia esse ponantur MH, HI, determinata erit proportio, inter gradus absolutos caloris, capacitates atque temperaturas corporum ante et post factam mixturam, adeo ut, cognitis reliquis, singula inveniri possint.

Huic adumbrationi convenienter experimenta facturus, statim adeo delicatam esse rem observavi, ut neque gradus absoluti, neque mutationes temperaturarum sub solutionibus salium ortae tuto satis calculo investigari possent: siquidem errores minimi, in detegendis capacitatibus commissi, deviationes quam maximas, in valoribus graduum computatis, progignerent. Gradus propterea caloris absolutos, quos aliunde cognoscere mihi necesse erat, ex phaenomenis nivis, ab 800:mo, Therm. Cels. infra congelationis aquae punctum, numerandos esse censui; invento scil., quod nix in hoc puncto 80 circiter gradus aquae calidae absorbeat antequam liquescat, et posito, secundum Irwinum, quod capacitas nivis sit ad capacitatem aquae ut 9 ad 10.

Observatis deinde gradibus frigoris, quos producunt variae salis communis portiones in aqua solvendae, nec non solutionum capacitatibus, has ea lege accrevisse deprehendi, ut observationes cum calculis secundum theoriam caloris specifici exacte congruerent.

Pari modo theoriam caloris specifici stabilire videbantur experimenta cum acido vitrioli et aqua instituta. Diminuebantur enim semper capacitates mixtorum, atque coincidere accurate satis reperiebantur cum illis, quas ex observatis caloris gradibus sub mixtione productis computarem a).

§. VII.

Theoria Caloris specifici per Phaenomena Liquefactionis et Congelationis examinanda.

Cum memorata phaenomena ulterius pensitarem, iisdem nondum satis comprobatam esse theoriam caloris specifici inde intellexi, quod eodem ferme modo succederet computatio capacitatum, quicunque fere alius, loco 800 gr., numerus major pro distantia puncti congelationis a puncto frigoris absoluti poneretur. Accedebat quod Clariss. Lavoisier et de la Place in Commentatione Anno 1780 cum Reg. Acad. Parisiensi communicata, variis innixi experimentis, instabilem esse laudatam theoriam judicarent. Ut itaque omne removerem dubium,

a) Kongl. Sv. Vet. Acad. Handl. 1784.

nova meditatus sum experimenta, quibus gradus absoluti, si firmo fundamento superstructa esset theoria, exacte satis definirentur; sin minus, diversi exhiberentur.

Liquefactione corporis solidi, ad diversos gradus refrigerati, atque congelatione corporis liquidi, diversis gradibus calefacti, non modo gradus caloris, ad liquiditatem corporis necessarii, sed et capacitates atque gradus caloris absoluti inveniri posse videbantur.

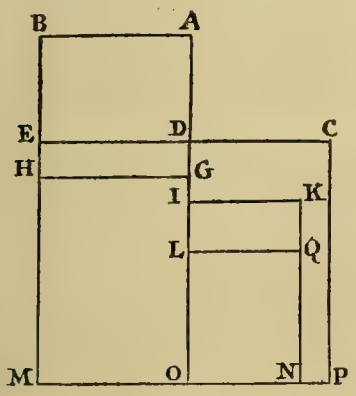


Fig. 3.

Sint (Fig. 3.) $MO(=OP):ON$ ut capacitas corporis liquefacti ad capacitatem corporis ejusdem solidi. Commisceantur aequales quantitates illius, temperaturae A, et hujus temperaturae I, quod facta mixtura liquidam obtineat formam, existente tum temperatura communi D. Commisceatur iterum idem corpus solidum temperaturae L, cum pari liquidi quantitate, temperaturae A. Sitque G temperatura communis mixturae, cum illud liquefactum sit. Repraesentabitur in priore casu calor a corpore solido absorptus per rectangulum BD, in posteriore vero per BG. Ideoque rectangulum EG differentiam sistit inter quantitates caloris, quas requirunt solida temperaturarum I et L, ut liquescant et temperaturas D et G attingant: et propterea $2EG$ illa est differentia caloris, quae inter solida obtinet, ut in liquidum aeque calidum utraque abeant. Haec vero cum sit aequalis quantitati caloris, qua solidum temperaturae L ad temperaturam I perveniat; erit rectangulum $IQ=2EG$; et proinde determinata erit proportio capacitatis solidi ad capacitatem liquidi $ON:OP=2DG:IL$. Tandem, quia secundum theoriam caloris specifici rectangulum BD aequale est figurae $IDCPNKI$; datis AB, AD, DI, PN, invenientur gradus absoluti

$$OI=\frac{OP}{PN}\times(AD-DI).$$

§. VIII.

Modus experimentorum nivis et aquae.

Primum quidem nix diversarum temperaturarum, admixta aqua calida, liquefacienda mihi inserviebat. Ut vero haec experimenta, delicatae ceteroquin indolis, qualem mereantur, tueantur fidem, cautionum, quas in iisdem instituendis adhibui, paucis mentionem faciam.

1) Experimenta peragebantur in loco, ejusdem quam proxime temperaturae, ac erat nix. Nivis tamen temperatura accuratius examinabatur ope thermometri in ipsam immersi.

2) Aqua experimento destinata ponderabatur, et vasi ferreo tenui immissa ope flammae spiritus vini calefiebat ad gradum desideratum, quem in thermometro immerso observavi. Facta deinde mixtione, ex pondere mixturae iterum explorato intellexi quantum aquae per evaporationem abierit, et quantum nivi admixtum fuerit.

3) Cum loci temperatura semper esset temperatura mixturae inferior, haec non potuit non continuo decrescere, parte caloris per aërem abeunte: quamobrem, ut verus habere-

tur valor temperaturae mixtorum, gradus thermometri immersi observabantur ad finem 1:mi, 2:di, 3:tii ceterorumque minutorum, usquedum pateret, quanta esset singulo minuto jactura caloris.

4) Duorum, quibus alternatim usus sum, vasorum alterum proxime 40 lothonibus aquae et nivis, alterum 20 lothonibus, singulo experimento implebantur. Illud in sequentibus C vocabo, cujus effectum, in temperaturam humoris immissi mutandam (quem *capacitatem vasis* appellare liceat) effectui 0,66 lothonum aquae, ejusdem ac vas temperaturae, aequalem inveneram. Hoc, quod c mihi audiet, capacitatem exhibuit effectui 0,39 lothonum aquae aequalem.

5) Ut explorarem, utrum, respectu caloris, a nive differat glacies, plura in antecessum institui experimenta; et inveni quidem glaciem, quae non facile in tenuissimum pulverem redigeretur, hanc ob caussam, difficilius quam nivem, in aquam resolvi; facta vero liquefactione utrasque omnino easdem absorpsisse caloris quantitates, si modo ejusdem essent ponderis et temperaturae. Idcirco in sequentibus mihi non opus erat curare, utrum nix subtilissimae esset texturae, an vero granulata, qualis esse solet, quae per plures dies variis exposita fuit aëris temperaturis.

§. IX.

Experimenta Nivis per Aquam calidam liquefactae.

Experimenta nivis diversarum temperaturarum in sequentibus tabulis exhibentur. Columna $-\beta$ significat temperaturam nivis, sive numerum graduum infra 0 Thermometri Celsiani; columna N nivis pondus, s. lothonum ejusdem numerum; columna A numerum lothonum aquae calidae, cum nive commixtae. In columnis vasorum V litterae C, c, positae sunt post nivis vel aquae columnam, prout mixtio fiebat in vase temperaturae vel nivis vel aquae. Columna α aquae calidae temperaturam sistit, et columna γ temperaturam mixturae. Haec quidem in tabula prima talis exhibetur, qualem eam post singula minuta observavi, ibique, numero sub linea posito, temperatura vera designatur. In sequentibus tabulis, brevitatis gratia, nonnisi temperaturae, quas veras esse judicavi, exponuntur. In ultima columna per $z - x \cdot \overline{z-\beta}$ (significante z numerum graduum absolutorum infra punctum congelationis, x capacitate nivis, posita capacitate aquae $= 1$) repraesentatur quantitas caloris, quae nivi temperaturae $-\beta$ addenda est, ut haec in aquam 0 graduum abeat, et quae quidem computata est ex formula

$$\frac{A}{N} \times \overline{\alpha - \gamma} + \frac{V}{N} \times \overline{a - \gamma} - \gamma,$$

si vas ante mixtionem esset ejusdem temperaturae ac aqua; sed ex formula

$$\frac{A}{N} \times \overline{\alpha - \gamma} - \frac{V}{N} \times \overline{\gamma - \beta} - \gamma,$$

si vas esset temperaturae nivis.

Infimum columnae primae locum occupat medius numerus graduum nivis — β, qui, secundum experimenta singularum tabularum respondet mediae caloris quantitati sub linea columnae ultimae positae.

TABULA I:ma

Experimenta sistens, cum nive temperaturarum inter punctum congelationis atque — 1 gradum, facta.

$-\beta$	N	V	A	V	α	γ	$z-x\cdot\overline{z-\beta}$
— 0,08	8	*C*	32	—	30,96	— 8,31	
						8,22	
						8,7	
						8,1	
						8,03	
						7,98	
						7,92	
						7,85	
						8,38	— 81,242
— 0,08	10	*C*	30,07	—	37,89	— 7,96	
						7,88	
						7,82	
						7,76	
						7,71	
						7,65	
						7,58	
						7,54	
						8,01	— 81,305
— 0,13	6	*c*	14,02	—	48,69	— 9,56	
						9,44	
						9,34	
						9,25	
						9,14	
						9,02	
						8,92	
						8,82	
						8,7	
						9,67	— 80,870
— 0,13	4	*c*	16,08	—	32,01	— 9,11	
						9,06	
						8,98	
						8,84	
						8,75	
						8,66	
						8,56	
						8,46	
						9,26	— 81,280
— 0,17	5	*c*	15,025	—	38,34	— 8,11	
						8,01	
						7,91	
						7,83	
						7,73	

— β	N	V	A	V	α	γ	$z - x \cdot \overline{z - \beta}$
						7,64	
						7,58	
						7,5	
						7,4	
						8,19	— 81,759
— 0,31	12	C	28,13	—	43,11	— 5,64	
						5,60	
						5,57	
						5,54	
						5,5	
						5,44	
						5,39	
						5,35	
						5,32	
						5,68	— 81,733
— 0,63	8	C	31,9	—	32,63	— 9,49	
						9,34	
						9,25	
						9,19	
						9,09	
						9,01	
						8,94	
						8,86	
						9,5	— 81,895
— 0,93	10	C	30	—	37,04	— 7,29	
						7,21	
						7,16	
						7,11	
						7,06	
						7,01	
						6,91	
						6,86	
						6,8	
						7,35	— 81,174
— 0,93	5	c	15	—	39,92	— 9,19	
						9,08	
						8,98	
						8,88	
						8,79	
						8,68	
						8,57	
						8,46	
						8,36	
— 0,48						9,29	— 81,803
							81,452

TABULA II:da

Experimenta sistens, cum nive, temperaturarum inter — 1 et — 2 gradum, facta.

$-\beta$	N	V	A	V	α	γ	$z-x\cdot\overline{z-\beta}$
— 1,02	5	*c*	14,945	—	42,61	11,2	81,731
— 1,13	12	*C*	28,095	—	42,91	5,45	81,666
— 1,34	5	*c*	14,97	—	43,41	11,68	82,304
— 1,37	6	*c*	14,062	—	45,3	7,09	81,912
— 1,43	5,982	—	14,185	*c*	43,96	7,2	82,365
— 1,58	12	—	27,84	*C*	42,41	5,94	80,670
— 1,64	8	*C*	32,44	—	31,51	8,96	81,606
— 1,71	4	—	16,11	*c*	30,96	8,65	83,319
— 1,4							81,947

TABULA III:tia.

Experimenta sistens, cum nive, temperaturarum inter — 2 et — 3 gradum, facta.

$-\beta$	N	V	A	V	α	γ	$z-x\cdot\overline{z-\beta}$
— 2,03	9,977	—	30	*C*	37,24	7,96	82,020
— 2,08	4,98	—	15,05	*c*	39,93	10,05	82,590
— 2,39	4	—	15,97	*c*	31,96	9,46	82,465
— 2,54	4	*c*	15,98	—	31,45	8,38	82,720
— 2,59	5	*c*	14,96	—	40,96	9,73	82,749
— 2,65	4	—	16	*c*	31,46	9,14	82,316
— 2,68	8	—	32,27	*C*	30,96	8,63	83,286
— 2,87	12	—	28,18	*C*	44,38	7,02	82,768
— 2,48							82,614

TABULA IV:ta

Experimenta sistens, cum nive, temperaturarum inter — 3 et — 4 gradum, facta.

$-\beta$	N	V	A	V	α	γ	$z-x\cdot\overline{z-\beta}$
— 3,03	5,96	—	13,99	*c*	43,96	6,84	82,721
— 3,18	5	—	15,1	*c*	39,21	9,66	81,886
— 3,33	10	—	30	*C*	37,44	7,65	83,686
— 3,36	4	*c*	15,945	—	33,61	9,83	83,677
— 3,39	5	—	15,16	*c*	39,81	9,88	83,202
— 3,41	11,99	—	28,11	*C*	42,66	5,43	83,903
— 3,49	8	*C*	32,07	—	33,06	9,61	83,214
— 3,64	4	*c*	16	—	32,46	8,91	84,066
— 3,71	5	*c*	14,96	—	43,21	11,17	83,533
— 3,93	4	*c*	15,953	—	31,96	8,73	82,683
— 3,93	10	*C*	29,75	—	42,26	10,5	83,034
— 3,95	5,965	—	14,16	*c*	45,69	8,38	82,627
— 3,97	10	*C*	29,96	—	40,57	9,31	83,469
— 3,98	5	—	15	*c*	41,96	11,02	83,313
— 3,59							83,215

TABULA V:ta

Experimenta sistens, cum nive, temperaturarum inter — 4 et — 5 gradum, facta.

$-\beta$	N	V	A	V	α	γ	$z-x\cdot\overline{z-\beta}$
— 4,13	5	*c*	14,975	—	44,26	12,13	82,831
— 4,2	4,98	—	14,93	*c*	42,71	11,99	82,514
— 4,22	8	—	32,135	*C*	30,55	8,21	83,270
— 4,27	10	—	29,93	*C*	40,86	10,44	82,615
— 4,3	6	*c*	13,915	—	44,21	5,51	83,604
— 4,32	4	—	16,005	*c*	35,37	12,2	82,768
— 4,32	12	*C*	28,155	—	40,81	3,52	83,542
— 4,37	8	*C*	31,9	—	32,91	9,27	83,869
— 4,43	5	*c*	14,867	—	43,71	11,61	82,585
— 4,57	10	*C*	30,075	—	40,08	9,05	83,374
— 4,58	4	*c*	16,065	—	32,71	9,22	83,776
— 4,67	9,98	—	29,95	*C*	37,99	9,08	83,658
— 4,82	11,985	—	28,015	*C*	43,91	6,32	83,617
— 4,92	4	—	16,075	*c*	31,41	8,81	84,217
— 4,98	8	—	32,02	*C*	34,52	11,3	83,554
— 4,47							83,320

TABULA VI:ta

Experimenta sistens, cum nive, temperaturarum inter — 5 et — 6 gradum, facta.

$-\beta$	N	V	A	V	α	γ	$z-x\cdot\overline{z-\beta}$
— 5	8	*C*	32,062	—	39,63	14,74	83,390
— 5,15	5	—	15,102	*c*	44,1	12,94	83,616
— 5,32	5	*c*	14,99	—	50,59	16,55	83,796
— 5,35	10	—	30,23	*C*	38,24	8,15	84,798
— 5,35	4	*c*	16,145	—	32,01	8,6	84,428
— 5,37	10	*C*	29,905	—	40,63	9,2	83,814
— 5,37	5,943	—	14,165	*c*	45,4	7,87	84,015
— 5,39	5	—	15,085	*c*	42,23	11,2	84,838
— 5,44	5,93	—	14,03	*c*	43,96	6,79	83,596
— 5,58	4	*c*	15,89	—	33,21	9,43	83,573
— 5,59	5	*c*	14,96	—	43,23	9,17	82,446
— 5,62	8	*C*	32,07	—	31,41	8,01	84,070
— 5,62	9,98	—	30,17	*C*	38,74	8,56	84,671
— 5,63	4	*c*	15,96	—	33,21	9,26	84,844
— 5,65	4,978	—	15,107	*c*	38,44	8,77	83,596
— 5,66	5	*c*	15,15	—	39,24	8,34	84,195
— 5,67	10	*C*	29,72	—	41,21	9,57	83,459
— 5,72	12	—	28,29	*C*	42,21	5,23	83,983
— 5,73	5	*c*	14,94	—	43,15	10,94	84,003
— 5,48							84,040

TABULA VII:MA

Experimenta sistens, cum nive temperaturarum inter — 6 et — 7 gradum.

$-\beta$	N	V	A	V	α	γ	$z-x\cdot\overline{z-\beta}$
— 6,07	8	C	31,87	—	32,91	9,24	83,792
— 6,29	4,673	—	15,177	c	39,63	9,14	83,768
— 6,47	12	—	28,16	C	42,31	5	84,573
— 6,53	4	c	15,98	—	31,11	7,61	84,894
— 6,55	5	c	14,855	—	42,11	10,29	82,934
— 6,63	4	c	16,01	—	33,31	9,43	84,584
— 6,71	10	C	30,44	—	36,03	6,04	85,408
— 6,73	9,995	—	30,165	C	38,93	8,65	84,735
— 6,8	8	—	32,255	C	28,7	6,49	84,890
— 6,83	3,9	—	15,94	c	26,45	5,29	83,311
— 6,85	4,85	—	15,07	c	41,41	11,42	84,177
— 6,98	12	C	28,32	—	40,79	3,27	84,714
— 6,62							84,315

TABULA VIII:VA

Experimenta sistens, cum nive temperaturarum inter — 7 et — 8 gradum.

$-\beta$	N	V	A	V	α	γ	$z-x\cdot\overline{z-\beta}$
— 7,22	4	c	16,115	—	32,06	8,44	85,192
— 7,35	4	—	16 13	c	31,81	9,05	84,949
— 7,63	4,915	—	15,015	c	36,43	6,93	85,531
— 7,63	4	c	16,101	—	30,96	7,37	86,124
— 7,75	8	C	32,1	—	36,99	12,38	84,707
— 7,78	10	C	30,14	—	37,29	6,49	85,399
— 7,81	5	—	15,015	—	36,44	6,61	85,296
— 7,88	5	—	35,15	C	22,45	9,3	84,880
— 7,93	10	C	29,98	—	37,24	6,39	85,153
— 7,66							85,248

TABULA IX:NA

Experimenta sistens, cum nive temperaturarum inter — 8 et — 9 gradum.

$-\beta$	N	V	A	V	α	γ	$z-x\cdot\overline{z-\beta}$
— 8,03	10	—	30,05	C	35,85	6,17	84,977
— 8,05	3,9	—	16,01	c	33,41	10,5	85,839
— 8,18	5,883	—	13,987	c	42,96	5,81	84,978
— 8,22	8	C	32,13	—	31,81	7,98	86,391
— 8,32	5	c	15,01	—	39,03	7,51	85,878
— 8,37	9,82	—	30,19	C	35,07	6,06	85,076
— 8,46	12	C	28,1	—	43,71	4,66	86,061
— 8,47	11,95	—	28,12	C	42,11	4,71	85,363
— 8,56	9,94	—	30,4	C	37,94	7,83	86,256
— 8,61	6	c	14,08	—	41,61	3,33	85,724
— 8,68	4	c	16,14	—	30,1	6,72	86,107
— 8,77	10	C	30,07	—	45,21	12,33	85,148
— 8,78	4,96	—	15,1	c	37,04	7,29	85,619
— 8,42							85,647

TABULA X:ma

Experimenta sistens, cum nive temperaturarum inter — 9 et — 10 gradum.

$-\beta$	N	V	A	V	α	γ	$z-x\cdot\overline{z-\beta}$
— 9,01	4,95	—	15,07	*c*	40,52	10,03	87,197
— 9,06	10	*C*	29,985	—	38,09	6,83	85,854
— 9,11	10	—	30,1	*C*	37,84	7,31	86,600
— 9,27	7,94	—	32,26	*C*	31,28	8,49	85,999
— 9,27	6	—	14,08	*c*	45,2	6,72	86,081
— 9,27	5	*c*	15,04	—	38,79	7,23	86,515
— 9,32	8	*C*	32,176	—	32,51	8,68	85,679
— 9,32	12	*C*	28,1	—	42,41	3,86	85,687
— 9,67	10	—	30,13	*C*	37,83	7,51	85,845
— 9,67	10	*C*	30,01	—	35,94	5,07	86,598
— 9,68	3	*c*	16,81	—	24,85	7,66	86,407
— 9,7	6	*c*	14,04	—	42,59	3,86	85,887
— 9,77	10	*C*	29,88	—	35,72	4,86	86,384
— 9,82	5	*c*	15,1	—	36,34	5,69	86,871
— 9,83	10	*C*	30	—	38,04	6,75	86,026
— 9,85	12	—	28	*C*	43,51	5,37	85,721
— 9,48							86,084

TABULA XI:ma

Experimenta sistens, cum nive temperaturarum inter — 10 et — 11 gradum.

$-\beta$	N	V	A	V	α	γ	$z-x\cdot\overline{z-\beta}$
— 10,03	6	*c*	14	—	43,09	4,09	85,991
— 10,13	8	*C*	31,93	—	29,8	6,28	86,240
— 10,14	12	*C*	28,2	—	43,21	4,38	86,072
— 10,48	5	*c*	15,166	—	37,99	6,65	87,074
— 10,56	4	*c*	16,055	—	30,21	6,56	86,696
— 10,58	7,992	—	32,063	*C*	31,13	7.91	87,163
— 10,65	4	*c*	16,29	—	33,51	9,34	87,143
— 10,71	5	*C*	34,86	—	19,7	5,91	88,040
— 10,83	4,975	—	15,08	*c*	36,74	6,59	87,163
— 10,93	4	*c*	16,035	—	38,98	13,64	85,547
— 10,98	5	—	15,07	*c*	36,63	6,36	87,235
— 10,55							86,760

TABULA XII:ma

Experimenta sistens, cum nive temperaturarum inter — 11 et — 12 gradum.

$-\beta$	N	V	A	V	α	γ	$z-x\cdot\overline{z-\beta}$
— 11,01	4	*c*	16,055	—	31,01	7,19	86,643
— 11,03	9,95	—	30,16	*C*	37,14	7,05	86,153
— 11,06	12	*C*	28,06	—	42,01	3,39	86,092
— 11,12	9,96	—	30,06	*C*	41,33	9,76	87,613
— 11,27	12	*C*	28,3	—	43,11	4,25	86,542

$-\beta$	N	V	A	V	α	γ	$z-x\cdot\overline{z-\beta}$
— 11,39	5	c	15,28	—	40,22	8,65	86,265
— 11,45	6	c	14,24	—	42,71	3,86	87,349
— 11,61	4	c	15,79	—	35,74	10,34	87,786
— 11,64	4	—	16,01	c	35	10,93	87,757
— 11,71	8	C	31,82	—	31,21	7,15	86,993
— 11,95	10	—	30,24	C	37,29	6,81	87,373
— 11,99	8	C	32,01	—	35,32	10,62	86,346
— 11,44							86,910

TABULA XIII:TIA

Experimenta sistens, cum nive temperaturarum inter — 12 et — 13 gradum.

$-\beta$	N	V	A	V	α	γ	$z-x\cdot\overline{z-\beta}$
— 12,09	8	—	31,93	C	32,41	8,62	88,295
— 12,11	8	C	31,835	—	31,41	7,09	88,104
— 12,14	4,995	—	15,18	c	38,24	7,38	88,717
— 12,29	5	c	15,25	—	42,01	9,6	87,544
— 12,31	4	—	16	c	22,5	1,11	86,536
— 12,54	10	C	29,9	—	40,96	8,29	88,048
— 12,57	3	—	17,02	c	21,7	5,59	87,902
— 12,62	8	—	32	C	32,91	9,33	86,936
— 12,64	5	c	15,23	—	39,49	7,74	87,381
— 12,71	5	c	14,96	—	43,56	10,5	86,605
— 12,73	3	c	17,05	—	23,64	6,44	88,821
— 12,74	8	C	31,84	—	31,46	7,03	88,571
— 12,77	10	—	29,87	C	41,71	9,88	87,297
— 12,79	9,955	—	29,75	C	36,28	5,58	88,201
— 12,96	5	—	15	c	41,81	10,03	87,789
— 12,53							87,783

TABULA XIV:TA

Experimenta sistens, cum nive temperaturarum inter — 13 et — 15 gradum.

$-\beta$	N	V	A	V	α	γ	$z-x\cdot\overline{z-\beta}$
— 13,06	3	c	17,08	—	26,19	8,56	89,004
— 13,09	5	—	14,07	c	43,36	9,64	87,878
— 13,27	4	c	16,07	—	33,87	8,89	89,306
— 13,94	12	—	27,92	C	43,46	4,26	89,102
— 14,01	5	c	15,02	—	41,96	8,91	88,584
— 14,11	5	c	14,96	—	42,01	9	87,963
— 14,29	5	—	15,23	c	39,33	8,36	88,390
— 14,49	10	C	30,06	—	41,22	8,4	88,746
— 14,54	3	—	17,02	c	26	9,23	88,092
— 14,84	5	—	35,15	C	22,4	8,51	90,970
— 14,86	5	C	35,3	—	22,2	8,21	87,925
— 14,05							88,724

TABULA XV:ta

Experimenta sistens cum nive temperaturarum inter — 15 et — 21,5 gradum.

$-\beta$	N	V	A	V	α	γ	$z - x \cdot \overline{z-\beta}$
— 15,02	3	*c*	16,97	—	25,94	8,17	89,334
— 15,29	4	*c*	16,05	—	35,83	10,38	89,235
— 15,82	8	*C*	32,37	—	34,06	9,03	90,198
— 16,03	10	*C*	29,8	—	43,96	10,29	88,309
— 16,42	5	*c*	15,85	—	42,57	9,18	90,229
— 16,62	10	—	30,22	*C*	39,28	7,79	89,451
— 17,57	5	*c*	15,16	—	42,41	9,08	89,898
— 17,63	5	—	35,065	*C*	22,05	8,05	91,980
— 18	4	*c*	16,125	—	31,41	6,44	91,837
— 18,13	3	*c*	17	—	29,95	11,15	91,577
— 18,53	8	*C*	31,89	—	32,71	7,34	91,657
— 18,56	5	*C*	34,815	—	26,24	11,02	91,052
— 19,23	4	*c*	16,042	—	38,53	12,07	90,996
— 21,49	8	*C*	32,11	—	33,96	8,3	92,235
— 17,45							90,571

§. X.

Capacitas Nivis per praecedentia experimenta detecta.

Quia quantitates caloris ad nivem liquefaciendam necessariae ex praecedentibus tabulis innotescant, eademque formula generali $z - x \cdot \overline{z-\beta}$, ubi nonnisi β variabilis est, exhibeantur, per se patet, differentias illarum, per differentias graduum β (qui cogniti sunt) divisas valores sistere ipsius x sive capacitatis nivis. Comparatis itaque inter se mediis experimentorum cujusque tabulae, resultantes valores capacitatum nivis, in sequenti tabula expositi sunt.

Columna 1:ma lateralis indicat numerum tabularum; 2:da temperaturas nivis medias; 3:tia gradus caloris medios a nive absorptos antequam liquesceret. Numeri supra lineam tabularum sunt, quae cum tabulis ad latus significatis comparatae, valores exhibuerunt subscriptos ipsius x; sic ex. gr. $0{,}485 = \frac{81{,}947 - 81{,}452}{1{,}4 - 0{,}38}$; et sic porro.

				I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
I	—	0,38	81,452														
II	—	1,4	81,947	0,485													
III	—	2,48	82,614	0,553	0,618												
IV	—	3,59	83,215	0,549	0,579	0,541											
V	—	4,47	83,320	0,457	0,447	0,355	0,119										
VI	—	5,48	84,040	0,507	0,513	0,475	0,437	0,713									
VII	—	6,62	84,315	0,459	0,454	0,411	0,363	0,463	0,241								
VIII	—	7,66	85,248	0,521	0,527	0,508	0,500	0,604	0,554	0,897							
IX	—	8,42	85,248	0,522	0,527	0,511	0,504	0,589	0,547	0,740	0,525						
X	—	9,48	86,084	0,509	0,512	0,496	0,487	0,552	0,511	0,619	0,459	0,414					
XI	—	10,55	86,760	0,522	0,526	0,514	0,509	0,566	0,536	0,622	0,523	0,523	0,632				
XII	—	11,44	86,910	0,493	0,494	0,479	0,471	0,515	0,482	0,538	0,440	0,419	0,421	0,169			
XIII	—	12,53	87,783	0,521	0,524	0,514	0,511	0,554	0,531	0,587	0,521	0,520	0,557	0,517	0,801		
XIV	—	14,05	88,724	0,532	0,536	0,528	0,527	0,564	0,547	0,593	0,544	0,547	0,578	0,561	0,695	0,619	
XV	—	17,45	90,571	0,534	0,537	0,532	0,531	0,559	0,546	0,578	0,534	0,546	0,563	0,552	0,609	0,567	0,543

Medius horum numerorum, qui capacitatem nivis accurate satis repraesentabit est 0,52408.

§. XI.

Gradus Caloris absoluti ex experimentis praecedentibus computati.

Posito itaque $x = 0{,}52408$, cognitus erit $x\beta$, quo ex valore ipsius $z - x \cdot \overline{z - \beta}$ subtracto, cognoscetur $z - xz = z \cdot 0{,}47592$, unde determinabitur z: cujus valores in sequenti tabula exhibentur; ubi columna 1:ma significat temperaturam nivis; 2:da, gradus caloris aquae a nive absorptos antequam liquesceret; 3:tia, gradus caloris aquae, quos absorpsisset nix in puncto congelationis constituta, ut liquidam obineret formam; 4:ta, gradus absolutos caloris sub puncto congelationis aquae.

β	$z - x \cdot \overline{z - \beta}$	$z \cdot \overline{1 - x}$	z
0,38	81,452	81,25	170,7
1,4	81,947	81,21	170,6
2,48	82,614	81,31	170,8
3,59	83,215	81,33	170,9
4,47	83,320	80,98	170,2
5,48	84,040	81,17	170,6
6,62	84,315	80,85	169,9
7,66	85,248	81,23	170,7
8,42	85,647	81,23	170,7
9,48	86,084	81,12	170,4
10,55	86,760	81,23	170,7
11,44	86,910	80,92	170,0
12,53	87,783	81,22	170,7
14,05	88,724	81,36	171,0
17,45	90,571	81,43	171,1
		81,19	170,6

Hinc patet absolutos caloris gradus, in scala thermom. Cels. 170,6 numerandos fore infra punctum congelationis aquae, si vera esset theoria Caloris specifici.

§. XII.

Conspectus experimentorum Cerae.

Ceram elegi albam, quam liquefactam, et ad varios gradus calefactam aquae frigidae injeci adeo copiosae, ut illico solidesceret cera. In his vero experimentis sequentia observavi:

1) Vasculum ferreum, quod 6 lothones aquae capere poterat, cera implebatur, deindeque vasi majori, cera itidem completo, et super mensam ita elevato, ut lampas spiritus vini sub ipso poni posset, immergebatur. Sic calefacta, flammae ope, cera, observabatur temperatura ejus, quae vasculo minore continebatur, per thermometri ipsi immersum.

2) Aqua experimento inservitura immittebatur vasi C, cujus vis calorem communicandi eadem erat ac 0,66 lothonum aquae. Refrigerato vase, cum aqua, ad desideratum gradum; iisdem deinde collocatis in loco temperaturae circiter 16 graduum, affundebatur ex vasculo cera liquefacta.

3) Facta injectione cerae, observabantur gradus caloris mixturae per singula minuta temporis, usquedum pateret, quaenam esset vera ejus temperatura censenda. Quia vero cera solida, quamvis jam spongiosam obtinuisset texturam, non facile ultima caloris excedentis vestigia cum aqua communicaret, ne sub mora aliquot minutorum inaequaliter variaret temperatura aquae per diversum loci calorem; de eo sollicitus fui, ut mixtura ejusdem quam proxime fieret temperaturae, cujus erat aër ambiens.

4) Pondus cerae in aquam injectae ita explorabatur, ut peracta mixtura, frustula cerae collecta, super chartam bibulam in calore medio ad sequentem diem, servarentur, quo omni aqua adhaerente privarentur, atque sine erroris periculo ponderari possent.

§. XII.

Experimenta Cerae.

Experimenta haecce in sequentibus tabulis exhibentur; ubi columna A indicat pondus aquae cui immiscebatur cera (In numero hoc ponderis comprehenditur etiam valor capacitatis vasis, 0,66 lothonibus aquae repraesentandus); columna B pondus cerae aquae immissae; columna α temperaturam aquae; columna β temperaturam cerae liquefactae; columna γ temperaturam mixturae; et ultima columna $\frac{A}{B} \cdot \gamma - \alpha$ gradus caloris indicat a data cerae quantitate, cum aequali aquae pondere communicandos.

TABULA I.

Experimenta sistens, cum cera, temperaturarum inter 70 et 74 gradus, facta.

A	B	α	β	γ	$\frac{A \cdot \overline{\gamma - \alpha}}{B}$
40,66	4,93	7,95	69,93	16,43	69,938
32,66	5,07	7,64	70,13	18,43	69,507
40,66	5,11	8,47	70.88	17,02	68,032
40,66	5,15	6,46	70,88	15,32	69,951
40,66	4,93	7,64	70,88	15,97	68,701
40,66	5,08	7,34	71,43	16,22	71,075
40,66	5,04	6,11	72,15	14,97	71,676
32,66	5,02	4,55	72,65	15,42	70,720
40,66	5,03	9,52	73,15	17,84	67,255
32,66	4,85	7,05	73,25	17,15	68,014
40,66	4,89	5,98	73,75	14,52	71,010
			71,73	16,30	69,625

TABULA II.

Experimenta sistens, cum cera, temperaturarum inter 75 et 80 gradus, facta.

A	B	α	β	γ	$\frac{A \cdot \overline{\gamma - \alpha}}{B}$
40,66	5,12	5,36	75,92	14,42	71,949
40,66	5,22	5,26	77,18	14,77	74,076
40,66	4,71	7,62	77,58	16,22	74,241
40,66	5,2	3,44	77,78	13,01	74,830
40,66	5,13	8,72	77,93	17,82	72,126
40,66	5,12	7,95	78,18	17,17	73,220
40,66	5	6,65	78,69	15,74	73,920
40,66	5,15	11,58	79,68	20,57	70,977
40,66	4,88	5,63	79,68	14,72	75,738
40,66	5,12	8,92	79,78	18,13	73,140
40,66	4,94	6,65	79,98	15,67	74,241
			78,40	16,20	73,496

TABULA III.

Experimenta sistens, cum cera, temperaturarum inter 80 et 85 gradus, facta.

A	B	α	β	γ	$\frac{A \cdot \overline{\gamma - \alpha}}{B}$
40,66	5,08	8,42	80,92	17,66	73,956
32,66	5,04	8,18	81,77	19,83	75,494
40,66	4,85	5,16	81,82	14,38	77,296
40,66	5,03	7,86	81,92	17,22	75,662
40,66	5,03	4,93	82,27	14,67	78,733
40,66	5,07	5,61	82,42	15,32	77,871
40,66	4,96	4,43	83,87	13,95	78,041
32,66	4,95	7,64	84,17	18,93	74,491
40,66	5,17	5,82	84,47	15,72	77,860
40,66	5,06	5,21	84,67	14,72	76,418
			82,83	16,24	76,582

TABULA IV.

Experimenta sistens, cum cera, temperaturarum inter 85 et 90 gradus, facta.

A	B	α	β	γ	$\frac{A \cdot \overline{\gamma - \alpha}}{B}$
40,66	5,06	8,41	85,17	17,85	75,856
40,66	5,08	5,47	86,68	15,32	77,264
40,66	5,14	4,75	86,94	14,92	80,450
40,66	5,12	6,87	87,44	16,80	78,858
40,66	4,8	5,66	87,78	15,07	79,710
40,66	5,19	5,22	88,43	15,47	80,302
40,66	4,62	5,9	88,68	14,92	79,384
40,66	5,24	7,1	89,17	17,23	78,604
40,66	5,07	10,45	89,43	19,83	75,225
40,66	5,01	5,05	89,92	15,02	80,914
			87,96	16,24	78,657

TABULA V.

Experimenta sistens, cum cera, temperaturarum inter 90 et 95 gradus, facta.

A	B	α	β	γ	$\frac{A \cdot \overline{\gamma - \alpha}}{B}$
40,66	5,05	5,91	90,17	15,98	79,890
40,66	4,75	4,65	90,17	14,16	81,406
40,66	5,21	3,31	91,66	13,74	81,398
40,66	5,01	6,57	91,66	16,77	82,781
40,66	5,18	6,13	92,56	16,55	81,791
40,66	5,1	7,29	92,66	17,34	80,122
40,66	5,04	8,36	93,56	18,29	80,110
40,66	5,05	4,65	93,91	14,92	82,689
40,66	5,17	7,09	94,26	17.43	81,320
40,66	5,05	6,71	94,41	16,98	82,689
40,66	5,03	7,06	94,56	17,10	81,158
			92,69	16,30	81,396

TABULA VI.

Experimenta sistens, cum cera, temperaturarum inter 95 et 100 gradus, facta.

A	B	α	β	γ	$\frac{A \cdot \overline{\gamma - \alpha}}{B}$
40,66	5,1	5,11	95,35	15,62	83,791
40,66	5	7,39	96,51	17,65	83,434
40,66	5,13	7,68	97,16	17,95	81,399
40,66	5	6,15	97,16	16,62	85,142
40,66	4,94	5,75	96,91	16,12	85,233
40,66	5,06	3,24	97,36	13,71	84,133
40,66	5,17	3,64	97,56	14,52	85,567
40,66	4,87	5,46	98,16	15,77	86,048
40,66	5,1	5,17	98,17	15,72	84,110
40,66	4,91	8,18	99,90	18,31	83,887
			97,42	16,20	84,274

TABULA VII.

Experimenta sistens, cum cera, temperaturarum inter 100 et 105 gradus, facta.

A	B	α	β	γ	$\frac{A \cdot \overline{\gamma - \alpha}}{B}$
40,66	4,98	4,75	100,66	15,28	85,974
40,66	5,11	5,76	100,66	16,62	86,412
40,66	5,26	5,1	101,45	15,92	83,639
40,66	5,11	6,5	102,05	17,26	85,617
40,66	4,99	3,79	102,15	14,59	88,002
40,66	5,01	0,8	102,15	11,70	88,462
40,66	5,05	5,01	102,80	16,02	88,647

A	B	α	β	γ	$\frac{A \cdot \overline{\gamma - \alpha}}{B}$
40,66	5	4,9	102,85	15,77	88,395
32,66	5,18	7,64	102,90	20,85	83,289
40,66	5,03	9,12	102,95	19,50	83,907
40,66	5,16	3,02	103,80	14,11	87,388
40,66	4,93	6,17	104,05	16,77	87,423
			102,37	16,20	86,430

TABULA VIII.

Experimenta sistens, cum cera, temperaturarum inter 105 et 110 gradus, facta.

A	B	α	β	γ	$\frac{A \cdot \overline{\gamma - \alpha}}{B}$
40,66	4,56	4,06	106,20	14,22	90,593
40,66	4,94	3,49	106,75	14,42	89,962
40,66	5,01	4,9	106,90	15,97	89,842
40,66	5,13	8,46	107,15	19,48	87,344
40,66	4,87	5,91	107,45	16,76	90,587
40,66	5,08	4,61	108,00	15,92	90,525
40,66	4,92	3,18	108,15	14,32	92,064
40,66	4,84	4,65	108,85	15,42	90,477
40,66	5,05	8,3	109,35	18,88	85,185
40,66	4,9	5,76	109,50	16,52	89,286
40,66	5,19	9,52	109,60	20,65	87,196
40,66	4,52	2,35	109,90	12,6	92,205
			108,15	16,26	89,606

TABULA IX.

Experimenta sistens, cum cera, temperaturarum inter 110 et 115 gradus, facta.

A	B	α	β	γ	$\frac{A \cdot \overline{\gamma - \alpha}}{B}$
40,66	3,75	3,23	110,00	12,03	95,415
40,66	5,03	6,89	110,15	17,97	89,565
40,66	4,73	4,85	110,60	15,32	90,002
40,66	3,88	1,9	112,00	11,00	95,362
40,66	3,69	3,59	112,60	12,40	97,186
40,66	5,05	5,45	112,80	16,37	87,922
40,66	4,8	7,64	113,00	18,40	91,146
40,66	4,95	5,16	113,25	16,63	94,216
40,66	5,1	9,95	114,00	21,02	88,256
40,66	5,01	7,17	114,00	18,34	90,653
40,66	5,02	8,37	114,40	19,79	92,498
			112,44	16,30	92,020

TABULA X.

Experimenta sistens, cum cera, temperaturarum inter 115 et 125 gradus, facta.

A	B	α	β	γ	$\frac{A \cdot \overline{\gamma - \alpha}}{B}$
40,66	4,85	5,25	115,25	16,38	93,308
40,66	5,17	8,52	116,00	20,04	90,600
40,66	5,09	5,66	116,50	17,31	93,063
40,66	3,21	4,21	116,50	12,00	98,673
40,66	5	5,86	117,25	17,48	94,494
40,66	4,47	1,55	117,50	12,42	98,876
40,66	5,06	4,45	119,00	16,12	93,775
40,66	3,8	4,9	119,75	13,92	96,514
40,66	5,19	5,94	120,25	17,60	91,348
40,66	5,22	8,17	122,00	20,04	92,459
40,66	5,02	3,64	122,25	15,27	94,198
40,66	5,23	3,44	124,50	15,82	96,249
			118,90	16,20	94,463

§. XIV.

Capacitas Cerae liquefactae ex praecedentibus experimentis computata.

Quantitas caloris cum aqua communicata, quae generatim per $\frac{A}{B} \times \overline{\gamma - \alpha}$ repraesentatur, aequalis est differentiae inter absolutas caloris quantitates cerae liquidae et solidae, quae secundum theoriam caloris specifici per $x \cdot \overline{z + \beta} - y \cdot \overline{z + \gamma}$ exhibetur; appellatis, capacitate cerae liquidae x, capacitate cerae solidae y, et graduum numero absoluto infra punctum 0 thermometri z. Obtinentur itaque ex allatis experimentis aequationes, quae tres fovent quantitates incognitas. Harum vero y s. capacitas cerae solidae non potest inde determinari, quia variationes temperaturae ejusdem admodum erant exiguae; eam itaque seorsim exploravi.

Commiscui namque ceram albam in tenuia ramenta comminutam cum aqua interdum frigidiore, interdum calidiore, tales observans proportiones et quantitatum et temperaturarum, ut semper esset temperatura mixturae + 16 gr. Cels. Sic inveni capacitatem cerae solidae esse = 0,45, posita capacitate aquae = 1. Quo valore in aequatione memorata pro y substituto, habetur $x \cdot \overline{z + \beta} - 0{,}45 \cdot \overline{z + \gamma} = \frac{A}{B} \cdot \overline{\gamma - \alpha}$.

Hinc invenitur valor ipsius x, quae sola remanet incognita, subtractis terminis aequationis unius a terminis aequationis alterius. Valores ita detecti in sequenti tabula exhibentur, ubi ad latus positae sunt aequationes, ex tabulis modo allatis desumtae. Columnae sequentes sistunt valores capacitatum cerae liquidae per comparationes aequationum erutos; et quidem Columna 1:ma eos repraesentat valores, qui ex comparatione aequationis primae cum sequentibus; 2:da, eos qui ex comparatione aequationis secundae cum sequentibus prodierunt et sic porro.

I	$x \cdot \overline{z + 71{,}73} - 0{,}45 \cdot \overline{z + 16{,}30} = 69{,}625$
II	$x \cdot \overline{z + 78{,}40} - 0{,}45 \cdot \overline{z + 16{,}20} = 73{,}496$
III	$x \cdot \overline{z + 82{,}83} - 0{,}45 \cdot \overline{z + 16{,}24} = 76{,}582$
IV	$x \cdot \overline{z + 87{,}96} - 0{,}45 \cdot \overline{z + 16{,}24} = 78{,}657$
V	$x \cdot \overline{z + 92{,}69} - 0{,}45 \cdot \overline{z + 16{,}30} = 81{,}396$
VI	$x \cdot \overline{z + 97{,}42} - 0{,}45 \cdot \overline{z + 16{,}20} = 84{,}274$
VII	$x \cdot \overline{z + 102{,}37} - 0{,}45 \cdot \overline{z + 16{,}20} = 86{,}430$
VIII	$x \cdot \overline{z + 108{,}15} - 0{,}45 \cdot \overline{z + 16{,}26} = 89{,}606$
IX	$x \cdot \overline{z + 112{,}44} - 0{,}45 \cdot \overline{z + 16{,}30} = 92{,}020$
X	$x \cdot \overline{z + 118{,}90} - 0{,}45 \cdot \overline{z + 16{,}20} = 94{,}463$

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
$x =$	0,574								
	0,624	0,701							
	0,555	0,542	0,404						
	0,562	0,556	0,491	0,585					
	0,568	0,567	0,526	0,592	0,599				
	0,547	0,540	0,503	0,538	0,515	0,436			
	0,548	0,542	0,515	0,543	0,530	0,499	0,554		
	0,550	0,546	0,522	0,547	0,538	0,519	0,560	0,567	
	0,526	0,518	0,495	0,510	0,497	0,474	0,486	0,449	0,371

Medius horum numerorum est 0,5318, qui proinde capacitatem cerae liquidae repraesentabit.

§. XV.

Gradus Caloris absoluti ex experimentis Cerae computati.

Substitutis jam 0,5318 et 0,45 in locum incognitarum x et y, in aequationibus, quas vi theoriae caloris specifici suppeditarunt experimenta Cerae, habebuntur aequationes solam z incognitam foventes, atque valores ipsius z, sive graduum absolutorum infra punctum 0 therm. Cels., ut in tabula sequenti exhibentur.

$z \cdot x - y =$	$z =$
38,814	474,5
39,093	477,9
39,835	487,0
39,188	479 1
39,438	482,1
39,763	486,1
39,280	480,2
39,409	481,8
39,559	483,6
38,522	470,9
39,290	480,3

§. XVI.

Corollaria ex experimentis recensitis elicita.

Experimenta nivis atque cerae modo memorata pensitanti, admodum vacillans mihi videbatur theoria illa, qua calor corporis absolutus ex capacitate tantum et temperatura computaretur. Punctum namque frigoris absoluti ex variata capacitate detegendum, quod nonnisi unicum esse potest, per diversa experimenta ninis diversum exhibetur. Scilicet secundum experimenta acidi vitrioli distabit illud 800 gr. Cels. vel magis a puncto congelationis aquae, secundum experimenta nivis vero nonnisi 170 gr., et secundum experimenta cerae 480 gr. Hinc valde mihi probabilis fiebat sententia Ingeniosissimorum Lavoisier et de la Place,

gradus absolutos hac via determinari non posse. Veritus tamen, ne praepropere de re difficillimae indaginis judicarem, circumstantiarum forsan inscius, quae veram ejus naturam celarent, satius duxi judicium suspendere, usquedum mihi liceret cum Inclitissimo et harum rerum Experientissimo D:re Crawford experimenta quae institui communicare.

Peropportune itaque cum mihi contingeret Londini familiaritate Clarissimi Viri uti, ab ore ipsius audivi, se per alia quoque experimenta numerum graduum absolutorum detexisse. Facta enim computatione caloris, qui per inflammationem aëris inflammabilis cum aëre puro mixti oritur, invenerat gradus absolutos secundum Theoriam Caloris specifici determinatos, esse 1532 gr. Fahrenh. sive 851 gr. Cels. infra punctum congelationis aquae a). Hoc vero cum non multum differret ab eo, quod circa calorem acidi vitriolici deprehendissem, per utrasque computationes adeo jam corroboratam esse theoriam judicavit D:r Crawford, ut fidem vix addere vellet experimentis, quibus nivem subjeceram, erroremve in his, vel per fallaciam thermometrorum, vel per alias quascunque caussas subortum fuisset suspicatus. Attamen cum in explorandis praecavendisque rebus, quae fidei officerent experimentorum, nullae pepercissem curae, convenit mihi cum Crafwordio, ut experimenta nivis, omni qua fieri posset exactitudine, repeteremus.

§. XVII.

Experimenta nivis a Crawfordio atque me conjunctim instituta.

Exp. I. Unciae 14 nivis vasi ferreo immissae, mixtura salis communis et nivis circumdabantur, usquedum temperaturam + 29° gr. Fahrenh. adquirerent. Deinde idem vas copiosa nive humida circumseptum per 12 horas tenebatur. Hunc in modum nix et omni aqua liberabatur, et ad punctum congelationis redigebatur. Eidem nivi porro, (in loco temperaturae + 40 gr. Fahr.) addebantur 29 $\frac{7}{8}$ unciae aquae ad temperaturam 119 gr. calefactae. Peracta mixtione et solutione nivis, reperiebatur temperatura mixturae = 44,5 gr. Vas, quod mixtam massam continebat, quodque ante mixtionem temperaturam habebat cum nive communem, eadem vi gaudebat calorem cum immissis communicandi, qua 0,84 unciae aquae. Itaque quantitas caloris, quam aqua calida sub mixtione perdiderat, exprimitur per $29{,}875 \cdot \overline{119 - 44{,}5} = 2225{,}69$ gr.; et quantitas caloris quam adquisiverat vas cum nive jam liquefacta, per $0{,}84 + 14 \cdot \overline{44{,}5 - 32} = 185{,}5$ gr. Quamobrem horum differentia s. $2225{,}69 - 185{,}5 = 2040{,}19$ indicat numerum graduum, quos in puncto congelationis absorpserunt unciae 14 nivis, ut in aquam ejusdem temperaturae commutarentur. Adeoque una nivis pars tantum requirit caloris, antequam in aquam abeat, quantum aequalem aquae portionem ad gradus 145,73 Fahr. (s. 80,96 gr. Cels.) calefacere possit.

Exp. II. Unciae 14 nivis, vasi nuper memorato immissae, mixturaque nivis et salis communis circumdatae, temperaturam — 1,5 gr. Fahr. obtinuerunt. Nive deinde, ex additis 31,3 unciis aquae calidae, temperaturae 130 gr., liquefacta, communis mixturae temperatura

a) Haec experimenta jam descripta sunt in opere supra laudato *Essay on Anim. Heat* Lond. 1788 edito p. 253—269.

49,3 gradibus aequalis evasit. Itaque aqua calida perdidit $31,3 \cdot \overline{130 - 49,3} = 2525,91$ gr.; vas vero $0,84 \cdot \overline{49,3 + 1,5} = 42,67$ gr., et nix, postquam liquefacta fuerat, $14 \cdot \overline{49,3 - 32} = 242,2$ gr. incrementa adquisiverunt. Adeoque tota differentia $2525,91 - 42,67 - 242,2 = 2241,04$ gradus repraesentat, quos 14 unciae nivis absorpserunt, ut liquiditatem obtinerent. Et proinde una nivis pars, temperatura — 1,5 gr. praedita, aequalem aquae partem 160,08 gradibus privabit antequam in aquam ipsa abeat. Et quia per exp. I. nivi in puncto congelationis constitutae 145,73 gr. sufficiebant, patet differentiam, $160,08 - 145,73 = 14,35$ gr., absumtam fuisse in transferenda temperatura nivis, a — 1,5 ad + 32 gradus, atque capacitatem nivis ad capacitatem aquae fore in ratione $14,35$ ad $33,5 = 0,428 : 1$.

Exp. III. Unciis 14 nivis, eidem vasi immissis et ad temperaturam + 2,8 gr. Fahr. refrigeratis, admiscebantur unciae 31,75 aquae, temperaturae 123,75 gr. Peracta liquefactione, habebatur temperatura mixturae = 46 gr. Hinc, facta computatione, invenietur partem unam nivis temperaturae + 2,8 gr., pro liquiditate adquirenda absorpsisse 159,73 gr. Itaque, per exp. 1, $159,73 - 145,73 = 14$ gradus caloris aquae requisitae erunt, ut variationem temperaturae $32 - 2,8 = 29,2$ gr. subeat nix; ejusque capacitas proinde ad capacitatem aquae erit ut $14 : 29,2 = 0,479 : 1$.

Exp. IV. Unciis 14 nivis in eodem vase ad temperaturam + 25,5 gr. refrigeratis, admiscebantur 31,75 unciae aquae 121,1 graduum, unde post liquefactionem nivis, oriebatur temperatura mixturae 48,1 gr. Hinc calor a nive, temperaturae + 25,5 gr., absorptus, antequam in aquam mutaretur, aequalis fuit 148,17 gradibus aquae. Itaque, secundum exp. I. 2,44 gr. aquae, 6,5 gradibus nivis respondet. Secundum exp. II. 11,91 gr. aquae cum 27 gr. nivis, et secundum exp. III. 11,56 gr. aquae, cum 22,7 gr. nivis coincidunt. Igitur, posita ubique capacitate aquae = 1, habebuntur valores capacitatis nivis, ut 0,375; 0,441; 0.509.

Quamvis ex paucis hisce experimentis non quidem exacte satis determinata sit capacitas nivis, patet tamen luculenter, illam a dimidia capacitate aquae non multum discedere; quemadmodum ex meis quoque experimentis supra memoratis intuleram. Et cum in eo quoque omnia congruant experimenta jam relata, ut 81 circiter gradus Celsianos calidae aquae, in puncto congelationis, absorbeat nix liquescens, secundum theoriam caloris specifici concludendum est, gradus caloris absolutos non ultra 160 vel 170, infra punctum congelationis aquae numerandos esse.

§. XVIII.

Phaenomena Detonationis nitri in theoriam Caloris specifici non quadrant.

Primo quidem intuitu theoriae caloris specificae prorsus repugnare videntur phaenomena ignis sub detonatione producti. Pulveris namque pyrii quantumvis magna quantitas, per minimam scintillam accensa, tota fere in aqueos vapores et aëris species ignitas convertitur. Cum itaque notum sit aëris producti species, nec non aqueos vapores, capacitate calorem continendi, carbones quidem et sulphur, seu pulveris pyrii partes, multum superare; neque probabile sit nitri majorem esse capacitatem, siquidem solutio ejus aqua pura, hoc respectu, sit inferior, ipsum vero frigus sub solutione nitri oriundum accrescentis capacitatis

ndicium esse ponatur; non certe ad fidem pronum fuit aestum in pulvere pyrio accenso ortum, diminutae ejusdem capacitati tribuendum esse. Attamen cum nondum experimentis explorata fuerit, neque nitri sicci capacitas, nec salis illius alcalini, quod per detonationem e nitro separatur, suspicio adhuc restabat removenda, annon nitrum capacitate superius sit sale alcalino, adeo ut vel ex hac differentia intelligi possit, calorem sub detonatione oriundum inde pendere. Hoc itaque indagaturi sequentia porro instituimus tentamina.

Exp. V. Unciis 14 Tincturae tartari (s. alcoholis vini sale alcalino tartari satiati), cujus temperatura erat + 57 gr. Fahr. addebantur 14 unciae salis alcalini tartari, ad gradus 185 calefactae, in vase, ejusdem cum tinctura temperaturae, cujus vis calorem cum immissis communicandi ea erat, quae 0,8 unciis aquae competit. Facta mixtione prodiit temperatura communis 106 graduum. Hinc, posita capacitate tincturae = 0,6 (qualem eam aliis experimentis invenerat D:r Crawford) erit capacitas salis alcalini tartari = 0,315.

Exp. VI. Unciis 14 nitri pulverati et siccati, vasi nuper memorato immissis, et ad gradus 185,5, una cum vase calefactis, immiscebantur unciae 14 tincturae (exp. praec.) temperatura + 55 graduum praeditae. Quo facto oriebatur temperatura communis = 94,7 gr.; adeoque habetur valor capacitatis nitri = 0,205.

Plura cum his corporibus non instituimus experimenta, cum ex hisce manifesto intelligeremus, proportiones capacitatum nitri et salis alcalini nullo modo favere Theoriae caloris specifici; quippe major jam deprehendebatur capacitas salis alcalini, quae secundum theoriam minor esse deberet. Cum itaque omnium pulveris pyrii partium capacitates increscant, atque temperatura simul vehementer augeatur, liquide patet, novam in scenam prodire caloris copiam, cujus praeexistentia in corpore nequaquam ex doctrina capacitatum intelligi poterat.

§. XIX.

Conclusio.

Ex iis, quae adducta sunt, luculenter patet, Theoriam Caloris specifici non modo non in omnia caloris phaenomena quadrare, sed quibusdam etiam plane repugnare.

Fateor equidem, aucta corporis capacitate, saepe diminui calorem sensibilem, et contra. Neque Clarissimo Crawford refragabor, magnam esse aëris vitalis, prae plurimis aliis corporibus, capacitatem, adeo ut sufficere videatur producendae caloris, sub inflammatione corporum prodeuntis, quantitati, nec non ei, quam animalia aërem respirantia fovent. Nego vero decrementa capacitatis esse quantitatibus caloris producti exacte proportionalia. Haec enim assertio, quae mera fuit hypothesis, nonnisi per experientiam confirmanda, repugnantibus phaenomenis persistere nequit.

Quod si autem neque cum Ingeniosissimo Scheele ponere velimus, caloris materiam corpus esse compositum, quod in corporibus saepius ex partibus suis generetur; neque cum aliis, latere in corporibus caloris copiam chemice ligatam, reformemus tamen necesse est theoriam capacitatis corporum, quae concinnitate et simplicitate non minus, quam multorum experimentorum harmonia, prae reliquis palmam praeripere videtur.

Detexerat Indefessus D:r Crawford capacitates nonnullorum corporum, in variis temperaturis, continuo variari; etiamsi forma corporis non mutari videatur. Hinc ad fidem pronum erit, omnium fere corporum capacitates variabiles esse, quamvis variationes, intra angustos temperaturarum limites, nobis non appareant. Hoc assumpto, ponere simul licebit, nullum inesse corporibus calorem, nisi quem capacitates indicent. Jam enim quantitas caloris absoluti non repraesentabitur per rectangulum ex capacitate et gradibus absolutis, sed per aream curvae, cujus abscissae per gradus absolutos, et ordinatae per capacitates corporis exhibentur. Si jam, quacunque de caussa, mutetur corporis forma, et cum hac ejus capacitatum ratio, tum eadem caloris absoluti quantitas per aream novae curvae repraesentabitur; temperatura vero vel accrescet, vel decrescet, prout jam major vel minor abscissae longitudo datae areae respondeat. Haec si ita sint, non difficile erit intellectu, cur non semper augeatur capacitas, diminuta temperatura per mutationem formae corporis. Tales enim esse possunt naturae curvarum diversarum, ut infinitis modis increscant vel decrescant et ordinatae et abscissae, invariata existente area. Sed non est, quod longius immorer hypothesi, quam neque commendare audeo, neque sperare experimentis facile fore aut confirmandam aut refellendam.

IV.

Ueber die latente Wärme des Wasserdampfes *).

Herr WATT soll gefunden haben, dass siedeheisse Wasserdämpfe etwas mehr als 5 mal so viel Wärme enthalten, die ebensoviel eiskaltes Wasser zum Siedepunkt bringen konnte a). Da es mir aber nicht genau bekannt ist, wie er dies bestimmt hat, wollte ich mittelst meiner Abkühlungs-Vorrichtung eine nähere Kenntniss des Verhältnisses zwischen der Hitze in den Dämpfen und im Wasser gewinnen. Zu diesem Zwecke wurden folgende Versuche angestellt.

Der Kessel *A* wurde mit Wasser gefüllt und zum Kochen gebracht, während die übrigen Teile des Apparates in der bei Distillation und Abkühlung üblichen Weise zugerichtet waren. Der Röhre *psr* wurde eine solche Neigung gegeben, dass 6 Mass Wasser [7.86 l] in 10 Minuten daraus flossen; unter dem Kessel wurde das Feuer so unterhalten, dass ein Mass Wasser [1.31 l] in derselben Zeit von 10 Minuten überdistillierte. Danach wurde mittelst des Thermometers sowohl die Wärme des Kühlwassers in der Wanne *E*, als auch die des bei *n* herausfliessenden distillierten Wassers sowie die des erwärmten Kühlwassers bei *r* bestimmt. Hierbei bemerkte ich, dass die beiden letzten Temperaturen stetig kleine Veränderungen erlitten, die innerhalb einiger Minuten oft auf mehrere Graden anstiegen; was vermutlich davon herrührte, dass das Feuer unter dem Kessel nicht die ganze Zeit hindurch so vollkommen konstant gewesen ist, wie ich es gewünscht hätte. Daher wurde der Versuch mehrere mal wiederholt und dabei sowohl die Wassermengen als auch die Temperaturen jedes mal gemessen.

---

*) Auszug aus einer Abhandlung in schwedischer Sprache über einen neuen Abkühlungs-Apparat für Branntwein-Brennereien: „Beskrifning på en förbättrad afkylnings-anstalt vid Bränvins-Brännerier." Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar 1791. s. 193—213.

a) CRAWFORD, On Anim. Heat. 1788. p. 79. it. p. 270.

Aus den bei diesen Versuchen erhaltenen Durchschnittszahlen habe ich geschlossen, dass die Temperatur des erhitzten Kühlwassers 92.5 ° betrug, wenn sich die Menge des Kühlwassers zur Menge des distillierten Wassers wie 6 : 1 verhielt und die Temperatur des Wassers in der Wanne *E* 6.2 ° sowie die Temperatur des überdistillierten Wassers 10.4 ° war. Da nun die Wärme im Kühlwasser, wenn es vorerst in den Cylinder *c* kommt, zusammen mit der Wärme der siedeheissen Wasserdämpfe, die während der gleichen Zeit in die Röhre *p* eintreten, gleich der Summe der Wärme des überdistillierten Wassers und des erwärmten Kühlwassers sein muss, so findet sich die Gradzahl der Wärme in den siedeheissen Wasserdämpfen $= 10.4 + 6 \times (92.5 - 6.2) = 528.2$ °. Ihre Temperatur ist indessen nur 100 °: also müssen die Wasserdämpfe dem Wasser 428.2 ° Wärme mitheilen, bevor sie selber ihre Spannung verlieren und in siedeheisses Wasser verwandelt werden. D. h. ein Theil siedeheisse Wasserdämpfe enthält so viel Wärme, die nöthig ist, um 5.282 Theile eiskalten Wassers zur Siedehitze zu erwärmen.

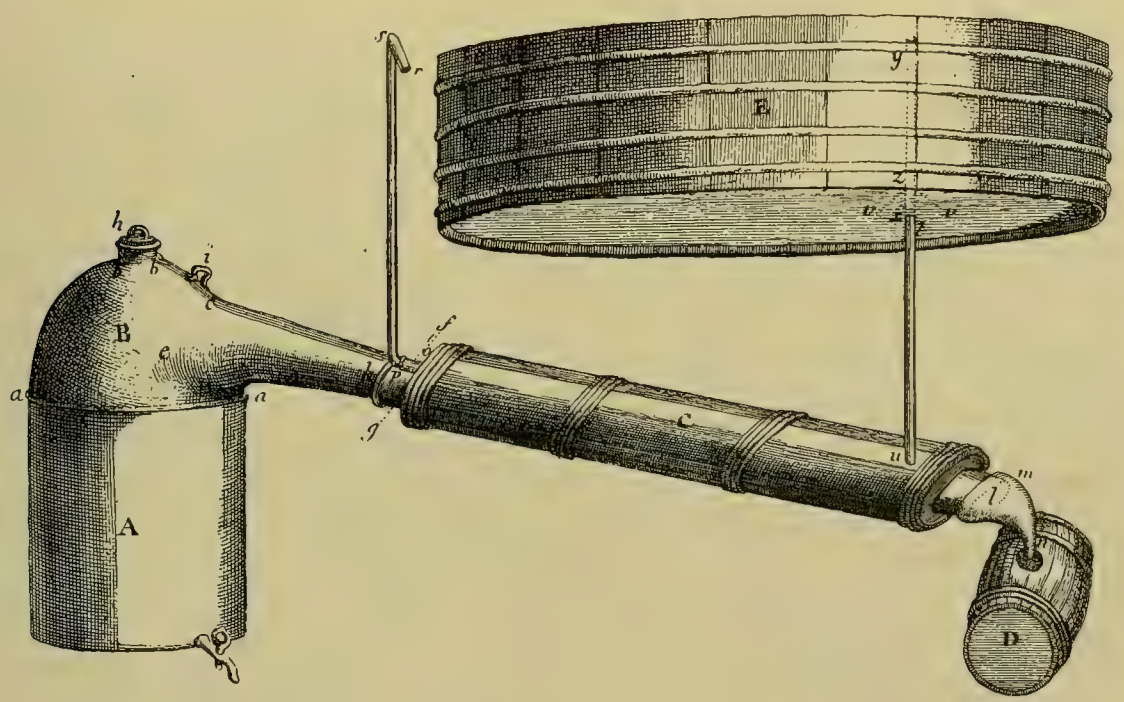


Fig. 4.

V.

Einige Bemerkungen über die Natur des Phlogistons. *)

Um diesen Gegenstand etwas genauer auseinander setzen zu können, will ich erst hypothetisch annehmen, dass es ein Phlogiston giebt, und dabei nachsehen, welchen Begriff man davon fassen muss; nachdem will ich dann die Wahrscheinlichkeit anführen, die die genannte Hypothese mehr, als die gegenseitige Behauptung, zu begünstigen scheinet.

Wenn es also ein Phologiston gibt (das heisst einen Grundstoff, der sich in allen brennbaren Körpern befindet, und der die Ursache ihrer Brennbarkeit ist), so will ich zuerst fragen was wird daraus, wenn der brennbare Körper brennt? Um dieses entscheiden zu können, muss ich folgende sehr allgemein bekannte Thatsachen erinnern: 1) das Brennen gehet nur dann vor sich, wenn die Lebensluft zu dem brennbaren Körper einen freyen Zutritt hat. 2) Während des Brennens vereinigt sich die Basis der Lebensluft mit einigen Theilen des brennbaren Körpers, und das Feuer, das ist die Hitze und das Licht, werden abgeschieden. Ich kann also die neuen Verbindungen oder Entstehungen, die während des Brennens zum Vorschein kommen, als drey verschiedene Materien betrachten: 1) diejenigen Theile des brennbaren Körpers, die keine Verbindung mit der Lebensluft eingegangen sind; 2) diejenigen Theile, die damit vereinigt sind, und 3) das entstandene Feuer, oder die Verbindung des Lichts und der Hitze. Und dann reduciret sich die vorgestellte Frage zu dieser: in welchen von diesen drey Theilen ist das Phlogiston nach dem Verbrennen eines Körpers zu finden?

Dass das Phlogiston nach dem geschehenen Verbrennen eines brennbaren Körpers sich in den zurückbleibenden Theilen des Körpers, die in keine Verbindung mit der Lebensluft eingegangen sind, sich befindet, wird wohl niemand behaupten, weil es alle Begriffe von dem brennbaren Grundstoff auf einmahl zernichten würde; — denn da es eine ausgemachte Sache ist, dass ein Körper nur in so fern brennbar ist, als er die Basis der Lebensluft von der Hitze abzuscheiden vermögend ist, so muss derjenige Theil des brennbaren Körpers der eine solche Zersetzung nicht bewürken kann, für unthätig während des Brennens gehalten werden; folg-

* Crells chem. Annal. 1788. I. s. 1—17.

ich kann man natürlicher Weise nicht annehmen, dass dieser Theil den brennbaren Grundstoff oder die Ursache der Brennbarkeit enthalten sollte. Ausserdem findet sich ein solcher unthätiger Rückstand nur in einigen Fällen. Wo die Metalle, der Schwefel, Phosphor, die brennbare Luft u. s. w. verbrannt werden, so findet man nach dem Verbrennen nichts, als die Verbindung des Körpers mit der Basis der Luft.

Nun will ich zusehen, ob man wahrscheinlicherweise glauben kann, dass das Phlogiston, nach dem gänzlichen Verbrennen eines brennbaren Körpers, in der Verbindung, die dieser Körper oder einige von seinen Theilen, mit der Luft eingegangen sind, sich befindet. Ich glaube, dieses ist auch nicht allein unwahrscheinlich, sondern auch ungereimt zu behaupten. Es mag wohl seyn, dass in einigen Fällen etwas Phlogiston noch in den völlig ausgebrannten Körper sich befindet; aber dieser Theil Phlogiston muss dann als unthätig betrachtet werden, indem er nichts zum Verbrennen beygetragen hat; und zu behaupten, dass dessen ganze Menge sich, nach dem Verbrennen, noch in dem Körper befindet, wäre gewiss ungereimt. Wenn jemand dieser Meinung wäre, so möchte ich gern von ihm wissen, welchen Begriff er sich von dem Phlogiston macht: vielleicht antwortet er, dass es derjenige Theil des brennbaren Körpers sey, der eine so starke Affinität zu der Basis der Lebensluft hat, dass er sich damit verbinden und die Hitze der Luft abscheiden kann; dass dieses Phlogiston in einem brennbaren Körper frey sey, in einem verbrannten oder sonst unbrennbaren Körper aber sich in einem gebundenen Zustande befindet. Lasset uns daher die beym Verbrennen entstehenden verschiedenen Verbindungen der Lebensluft betrachten. Wir finden, dass sich bisweilen Säuren, bisweilen metallische Kalke, bisweilen reines Wasser erzeuget. Alle diese müssen also in der nun angenommenen Meynung Phlogiston, mit Lebensluft verbunden, enthalten. Allein wer siehet nicht, dass diese Körper gar zu viel von einander verschieden sind, als dass ich irgend andere gemeinsame Bestandtheile da zugeben könnte, als welche man mir da deutlich zeigt. Nun ist es wohl eine ausgemachte Sache, dass die Basis der Lebensluft sich in allen diesen befindet, aber dass auch das Phlogiston sich da befindet, ist nur in sehr wenigen Fällen erwiesen, und keine einzige Erscheinnng ist noch hervorgebracht, die es nur wahrscheinlich machen könnte, dass der ganze Gehalt des Phlogistons, der sich von dem Verbrennen in einem Körper befand, noch in dem abgebrannten zugegen wäre. Auch kann diese Meynung, ohne viele anzunehmende neue Hypothesen, nicht bestehen; eine Meynung, die nur angenommen war, um eine noch unbewiesene Hypothese von Daseyn eines Phlogistons, davon man sonst keinen genugthuenden Begriff hatte, begreiflich zu machen; und endlich wird durch alle diese Hypothesen nichts erkläret. Sollte nicht die Sache unendlich einfacher und besser erkläret werden, wenn ich die verschiedenen brennbaren Körper, Schwefelarten, Metalle, brennbare Luft u. s. w. als ganz verschiedene Körper betrachte, die diese Eigenschaft, mit der Lebensluft sich zu verbinden, und das Feuer abzuscheiden, gemeinsam besitzen, und also mit dem Hrn Lavoisier gar kein Phlogiston annehmen. Ich will mich weiter nun bey dieser Betrachtung nicht aufhalten, weil ich hoffe, es wird aus dem schon angeführten erhellen, dass wenn man ein Phlogiston oder brennbaren Grundstoff als eine Ursache der Brennbarkeit eines Körpers annimmt, man denselben nicht als gegenwärtig in dem nach dem Verbrennen entstandenen unbrennbaren Körper betrachten kann.

Es ist also nichts mehr übrig, als das Phlogiston so anzusehen, dass es, während des

Brennens, von dem brennenden Körpern abweicht, und einen Bestandtheil des Feuers aus. macht. Das Feuer aber bestehet, so viel wir es gewahr werden können, nur aus zween Theilen, der Materie der Hitze und dem Licht. Beyde diese Theile will ich als Materien betrachten, weil es den einfachsten Begriff, den ich von einer Sache fassen kann, darstellt, auch weniger Irrungen unterworfern ist, als jeder andere Begriff von Bewegung der Partikeln eines Körpers u. s. w., die allezeit mehrere neu angenommene Hypothesen vorausgesetzt fordern, ehe sie deutlich genug verstanden werden können. Dagegen wenn ich ein nicht gekanntes Wesen als Materie betrachte, so verbinde ich mich gar nicht, demselben andere materielle Eigenschaften zuzueignen, als welche ich da finde. So wird z. B. niemand, der die Ursache der Wärme als eine Materie betrachtet, daraus schliessen, dass dieselbe auch eine Schwere hat. Wenn man unbewiesene Schlussfolgen vermeidet, so ist ein solcher Begriff einer Materie der einzige und unschuldigste, den man von einer Sache fassen muss, um mit seinen Untersuchungen weiter gehen zu können. Ich will also vorerst die Ursachen der Wärme und des Lichts als Materien betrachten, ohne daraus etwas auf andre Eigenschaften zu schliessen. Allein diese beyde Materien sind, ihren bekannten Eigenschaften und Würkungen nach, so gänzlich von einander verschieden, dass es vohl niemand in Zweifel ziehen werde, dass sie in ihrer Grundmischung würklich zwey ganz verschiedene Dinge sind. In einem von diesen muss nun das Phlogiston, das die Ursache der Brennbarkeit des Körpers war, befindlich seyn. Was die Wärme betrift; so ist es wohl durch die vortreflichen Versuche des Hrn D. Crawfords deutlich ausgemacht, dass die ganze Menge der hervorgebrachten Wärme aus der Luft abgeschieden war. Diese Materie scheinet so elementarisch zu seyn, dass wir noch kein Beyspiel von ihrer gänzlichen Verbindung mit Körpern haben, viel weniger können wir was von seiner Zusammensetzung urtheilen. Endlich, weil das Phlogiston, in keinem andern von den bey einer Verbrennung hervorgebrachten Körpern, als gegenwärtig, betrachtet werden kann, so muss man schliessen, dass es sich im Lichte befindet. Dieser Meynung sind auch mehrere vorher gewesen. Herr Macquer glaubte, dass die Materie des Lichts nichts als ein in Bewegung gesetztes Phlogiston sey; Herr Scheele hielt das Licht für eine Verbindung des Phlogistons mit der Wärme. Diese letzte Meynung scheinet mir die wahrscheinlichste zu seyn. Ich glaube, dass das Phlogiston und die Wärme beynahe allezeit in Verbindung mit einander sind, aber in unendlich ungleichen Verhältnissen. Wenn die Wärme mit Phlogiston übersättigt ist, so wird das Licht dargestellt, das sich mit unbegreiflicher Geschwindigkeit durch alle durchsichtigen Körper bewegt; nimmt die Proportion der Wärme zu, so entsteht die strahlende Hitze des Hrn Scheele; und wenn das Phlogiston nur in einer unmerklichen, oder gar keiner Menge vorhanden ist: so zeichnet sich die Wärme aus durch ihr progressives und langsames Bestreben, von einem Körper zu dem andern sich zu bewegen, um ins Gleichgewicht kommen zu können. — — — Auf der andern Seite dagegen scheinet mir die electrische Materie eine Substanz darzustellen, die eine sehr geringe oder keine Proportion vom Phlogiston enthält. Allein ich will mich nun mit Muthmassungen dieser Art nicht länger aufhalten; ich gehe lieber mit meinen Betrachtungen fort.

Bisher habe ich es nur negative beweisen wollen, dass das Phlogiston ein hauptsächlicher Bestandtheil des Lichts sey, weil ich es nähmlich anderswo nicht finden konnte. Dieses wird aber auf eine sehr genugthuende Art durch die Analogie bestätigt, die man zwischen dem

Lichte und Phlogiston findet. Niemand ist es unbekannt, dass die Sonnenstrahlen sehr oft dieselbe Würkung äussern, als das Phlogiston. Eine einzige Erscheinung mag nur genug seyn, anzuführen; das ist die Würkung der Sonnenstrahlen, die dephlogistisirte Salzsäure zu decomponiren, die dephlogistisirte Luft abzuscheiden, und die Salzsäure wieder herzustellen. Dieser Versuch scheinet mir so überzeugend zu seyn, dass ein jeder, der nur die Existenz des Phlogistons zugibt, auch sein Daseyn in der Salzsäure nicht leugnet, auch seine Gegenwart in den Lichtstrahlen annehmen muss. Dieser Versuch, der augenscheinlich zeigt, dass das Phlogiston eine grössere Verwandschaft zu der Basis der Salzsäure hat, als die Lebensluft zu derselben Basis, erkläret zugleich die Ursache, warum die Lebenslufft mit der Salzsäure unmittelbar keine Verbindung eingehen kann; denn dieses wäre das Phlogiston auszutreiben, welches gegen die Affinitäten streitet. Ehe ich diese Bemerkung verlasse, will ich eine Einwendung des Hrn Lavoisier beantworten. Er sagt (wenn er von der Macquerschen Theorie spricht), wenn die Lichtstrahlen reines Phlogiston wären, so sollte auch die Lebensluft, den Sonnenstrahlen ausgesetzt, phlogistisirt werden; dieses aber geschiehet nicht; also müssen die Sonnenstrahlen was anderes als Phlogiston seyn. Hr. L. setzet hier einen Satz voraus, der auf keine Erfahrung sich gründet, dass nähmlich blosses Phlogiston im Stande sey, die dephlogistisirte oder Lebensluft zu zersetzen, oder sich damit zu verbinden. Aus dem, was ich schon angeführt habe, folgt, dass beym Verbrennen das Phlogiston mehrentheils keine Verbindung mit der Lebensluft eingehet; es ist nur, wie ich es weiter zeigen werde, kraft seiner Anziehung zu der Wärme der Lebensluft, dass sie zu der Zersetzung etwas beyträgt. Diese Anziehung aber ist so schwach, dass sie niemals als hinlänglich angesehen werden kann, um die Luft zu zersetzen; viel weniger können es die Lichtstrahlen thun, die schon wahrscheinlicherweise mit Wärme verbunden sind. Mit einem Worte: Alle Phänomene scheinen darin überein zu stimmen, dass das Phlogiston, wenn es so was giebt, nichts anders als die Materie des Lichts, in einem gebundenen Zustande, seyn kann.

Weil es aber noch nicht ausgemacht zu seyn scheinen mögte, ob würklich das Licht in den brennbaren Körper, in einem gebundenen Zustande sich befindet, so kann man auch das Daseyn des Phlogistons noch als unwahrscheinlich betrachten. Ich will daher nun sehr kürzlich das anführen, was mir seine Würklichkeit, wo nicht völlig zu beweisen, doch sehr wahrscheinlich zu machen scheinet. Hr L. und andere, die das Phlogiston verneinen, müssen annehmen, dass sowohl die Hitze als das Licht, während des Brennens eines Körpers, aus der Luft abgeschieden werden. Dass dieses von der Hitze gilt, ist ausser allem Zweifel gebracht, nachdem Hr. D. Crawford gelehret hat, wie man die Menge der Hitze ausrechnen soll. Es könnte uns auch beym ersten Anblick wahrscheinlich vorkommen, dass auch die Materie des Lichts in der Luft gebunden wäre, weil die Gegenwart dieser Luft zum Hervorbringen des Feuers eine ganz nothwendige Sache sey, dagegen die Hitze allein in sehr vielen Fällen von Körpern hervorgebracht wird. Allein dieser Umstand scheinet hier von sehr grosser Wichtigkeit nicht zu seyn, wenn man bedenkt, dass sonst keine Phänomene das Daseyn des Lichts in der Luft wahrscheinlich machen. Die Sonnenstrahlen gehen unverändert durch die Lutt, und scheinen daher keine Würkung darauf zu haben; dagegen, wenn sie undurchsichtige, und besonders solche Körper, die man für Phlogistische anerkannt hat, antreffen, so werden sie theils zersetzt, theils absorbiret. Ich will mich hier nicht weitläuftig auf einzelne Umstände

einlassen, weil der Raum keine vollständige Entscheidung erlaubet; daher begnüge ich mich mit einer allgemeinen Anmerkung. Wenn diejenigen Strahlen, die ein der Sonne ausgesetzter Körper weder zurück wirft noch durch sich gehen lässt; wenn diese Strahlen, sage ich, von den Körpern würklich absorbirt werden; so müssen sie auch nachhero in einem gebundenen Zustande daselbst befindlich seyn, und wenn der Körper ganz damit gesättigt ist, kann er auch keine mehr absorbiren. Dieses stimmt sehr schön mit der Erfahrung überein, dass die mehresten gefärbten Körper in der Sonne bleicher werden, und wenn sie mit allen Strahlen gleichsam gesättigt sind, werfen sie auch alle zurück, d. i. der Körper wird weiss. Einige Körper sind sogar im Stande, ein so grosses Uebermaass von Licht einzusaugen, dass sie es nicht lange behalten können; diese geben es daher wieder weg, sobald man sie von der Sonne entfernet: ich meyne die phosphorescirenden Körper, Licht-Magneten u. s. w. Ja man braucht nicht weiter als zu den allgemeinsten Erfahrungen zu gehen, um sich zu überzeugen, dass die Lichtmaterie in den mehresten Körpern in einem verlarvten Zustande gegenwärtig ist: denn kaum wird man einige finden, die nicht durch blosse Reibung elektrisches Licht hervorbringen; aber auch hier zeichnen sich die brennbaren Körper vorzüglich aus. Da also die Lichtmaterie augenscheinlich in verschiedenen, und besonders in brennbaren Körpern, sich gebunden befindet, und da noch niemand einen einzigen Versuch angezeiget hat, der die Gegenwart derselben in der Lebensluft beweisen könnte; so dünkt es mich, man hat keine gute Ursache zu behauten, dass die beym Verbennen eines Körpers entwickelte Lichtmaterie aus der Luft, und nicht aus dem brennbaren Körper abgeschieden wäre. Wer aber dieses zugiebt, der muss auch zugleich zugeben, dass diese Lichtmaterie, wie sie in dem Körper gebunden war, nicht von dem Phlogiston verschieden sey. — Herr Kirwan hat es meisterhaft in seinem neulich heruausgekommenen schönen Buch vom Phlogiston gezeigt, dass die Tabelle der Affinitäten der Basis der Lebensluft (Lavoisiers *Principe Oxygène*), die Hr. Lavoisier gegeben hat, mit chemischen Thatsachen nicht bestehen kann. Aus seinen Bemerkungen folgt auch zugleich, dass diese Tabelle man mag sie verändern auf welche Art man immer will, sich immer widersprechen wird, so lange man die Würkungen dieser Luftbasis als Würkungen einer einfachen Anziehung betrachtet. Was ist also denn zu thun? Sollen wir daher unsere Unfähigkeit diese Erscheinungen zu erklären für allezeit zugestehen, und uns nachher blos mit einzelnen Factis begnügen? Das wäre so viel, als von der ganzen chemischen Wissenschaft Abschied zu nehmen! Vielmehr wenn die uns vorkommenden chemischen Zersetzungen, durch einfache Anziehungen, nicht erkläret werden können so müssen nothwendig mehrere Ursachen zugegen seyn, die die Zersetzung bewürken. Es gebietet also uns nachzusuchen, welche diese Ursachen seyn können. Wenn man einige antrifft, die wahrscheinlich die wahren sind, so müssen wir diese annehmen und verfolgen, bis wir deutlich einsehen, dass sie entweder würklich mit der Wahrheit überein kommen oder nicht. In dem gegenwärtigen Fall glaube ich, der Schwierigkeit wird sehr leicht abzuhelfen seyn; ich habe gezeigt, dass das Daseyn des Phlogistons in brennbaren Körpern sehr wahrscheinlich ist. Dieselbe Materie finde ich in einer andern Gestalt in dem Feuer; nichts ist also natürlicher, als zu glauben, dass diese Materie durch eine Anziehung zu der Hitze zum Brennen beyträgt. Die Anziehung zwischen dem Phlogiston und der Hitze ist wohl sehr schwach, weil der grösste Theil der Hitze sich von dem Feuer gleich wieder abscheidet: indessen kann sie gross genug seyn, um eine doppelte

Zersetzung zu bewürken. Das Brennen eines Körpers erkläre ich folgender Weise. Der brennbare Körper bestehet aus einer Basis, vereinigt mit Phlogiston, und die Lebensluft aus seiner Basis, vereinigt mit Wärme. Wenn also diese vier Körper einander so anziehen, dass das Phlogiston sich mit der Wärme, und die Basis des brennbaren Körpers mit der Basis der Lebensluft vereinigen könne, so entstehet eine Zersetzung, die wir Verbrennuag oder Entzündung nennen. Es ist aber sehr selten, dass eine Verbrennung auf diese einfache Art vor sich gehet; es sind nur wenige Körper, die durch das blosse Berühren der Luft angezündet werden. Allein mehrentheils ist eine beygefügte Wärme hinlänglich, um die Zersetzung zu Stande zu bringen. Ich glaube, diese Wärme würkt öfters nur dadurch, dass sie den Zusammenhang des brennbaren Körpers verringert, und der Luft einen freyeren Zutritt zu allen Theilen erlaubt; bisweilen kann sie auch durch ihre Anziehung zum Phlogiston seinen Zusammenhang in dem brennbaren Körper schwächer machen. Oft ist das Phlogiston, in einem Uebermaass mit dem Körper verbunden, hinlänglich, um die Anzündung hervor zu bringen. Dass dieses der Fall mit dem Pyrophorus ist, hat Hr. Scheele deutlich gezeigt. Die Würkung der elektrischen Funken auf eine Mischung von brennbarer und Lebensluft, scheinet mir mit jenem Phänomen eine grosse Aehnlichkeit zu haben. Der elektrische Funke, den ich als beynahe reines Phlogiston betrachte, schwächet, durch seine Anziehung zur specifischen Wärme der Lebensluft, seinen Zusammenhang mit der Basis dieser Luft; dadurch wird die doppelte Zersetzung, die sonst nicht vor sich gehen konnte, in Gang gebracht. Das Phlogiston mit der Wärme machen das Feuer aus, und die Basis der entzündbaren Luft, mit der Basis der Lebensluft, machen das entstehende Wasser aus. — Ich schliesse diese Beobachtungen mit einigen allgemeinen Bemerkungen. Ich bin noch dem alten Phlogiston oder brennbaren Grundstoff treu; ich glaube aber mit dem Hrn Scheele, dass es ein Element sey; dass es keine merkliche Schwere hat, auch dass es den vorzüglichen Bestandtheil des Lichts ausmacht; mit Ihm glaube ich auch, dass die Metallkalke das Phlogiston aus dem Glühfeuer absondern und zu sich nehmen können; aber zugleich, dass die erzeugte Lebensluft von den Kalken herkommt. Ich glaube mit dem Hrn Kirwan, dass die brennbare Luft, die während der Auflösung der Metalle fortgehet, sein Phlogiston von dem Metalle habe; aber zugleich glaube ich mit Hrn L., dass hier eine Zersetzung des Wassers vor sich gehet (denn ich kenne die Basis der brennbaren Luft nur unter zwey Gestalten; die eine, wenn sie mit Phlogiston verbunden die brennbare Luft ausmacht; die andere wenn sie einen Bestandtheil des Wassers ausmacht). Eine solche Auflösung geschiehet also kraft einer mehrfachen Anziehung. Nemlich die Basis der brennbaren Luft (die einen Bestandtheil des Wassers ausmacht) ziehet auf der einen Seite das Phlogiston des Metalls an, auf der andern Seite dagegen würken die Basis der Lebensluft (als der übrige Bestandtheil des Wassers), die Basis des Metalls und die Säure auf einander, vereinigen sich, und machen einen dreifachen Körper, das ist, eine metallische Solution aus. Diese Erklärung scheinet mir alle Schwierigkeit wegzuräumen. Das Wasser scheinet mir kein Phlogiston zu enthalten, die Luftsäure vielleicht; die Kohle scheinet nur aus brennbarer Luft, die ihrer Wärme beraubt ist, zu bestehen; doch mag sie auch vielleicht etwas Wasser enthalten, und die fixe Luft (oder Luftsäure) enthält Phlogiston, Wasser und Lebensluft, d. i. brennbare Luft, mit der Basis der Lebensluft übersättigt. Dieses sind aber Hypothesen, die noch mehr Erfahrung erfordern, ehe man mit Gewissheit davon urtheilen kann.

VI.

Animadversiones in novam Nomenclaturam chemicam *).

Certissimum est, imperium in naturam, si quis hujusmodi rebus, ut nimis exilibus & minutis vacare nolit, nec obtineri nec geri posse.

BACO DE VERULAMIO.

Antiquitus quidem jam corporibus examini chemico subjectis nomina imposita sunt, quae proprietates eorum, vel oculis maxime obvias, vel alio respectu attentionem praecipuam Chemicorum exposcentes indigitarent. Attamen cum saepissime adeo involutate sint Naturae operationes, ut effectus sensibus obvenientes ex iis non progignantur caussis, quae producendis illis primo intuitu sufficere videntur; minime mirandum est, Chemicos initio multas erroneas amplexos fuisse de affectionibus corporum opiniones, ac proinde denominationibus haud congruis ipsa distinxisse. Accedit quod Chemici medii aevi, sibi solis sapientes, dum praecipitanter admodum vellent penetrare ad intima Naturae adyta, nil nisi arcana cogitantes, mysticis verbis descripserint quaecunque nova phaenomena pertinaci labore detexerunt, vel quae detexisse videri voluerunt, ut de sublimi scientia se jactarent. Hinc factum est, ut non solum verbis valde obscuris atque absurdis res repraesentarentur, verum etiam ut idem corpus eademve operatio tam multiplicibus modis denominaretur, ut sensus librorum istius aevi interdum difficillime, saepius plane non intelligi queat.

Recentiores, qui curam perspicuitatis cum studio inveniendi veri conjunxer unt, in terminis illis insolitis qua maximam partem obliterandis sategerunt. Horum itaque industriae

---

*) Animadversiones in novam Nomenclaturae chemicae methodum, quas cons. ampliss. Facult. phil. publico examini subjicit JOHANNES GADOLIN, philos. Prof. reg. et extra ord. respondente NICOLAO AVELLAN, Tavastensi. Aboæ MDCCLXXXVIII. — Die Abhandlung ist mit folgender Dedication versehen: Viris clarissimis DE MORVEAU, LAVOISIER, BERTHOLLET et DE FOURCROY, auctoribus novae nomenclaturae chemicae ingeniosissimis. Quas, ut nutui ipsorum obsequeretur, composuit animadversiones, in pignus perpetuae observantiae, D. D. D. Johannes Gadolin.

tribuendum est, quod denominationes Naturae convenientiores paullatim formarentur, cum et ipsa scientia pedetentim exculta esset atque ad systematicam propius accederet formam.

Optime his successit doctrina salium, quae et per universam Naturam abundant, et sensibus melius distinguuntur, et examini subjecta majorem produnt simplicitatem. Dividuntur salia in *simplicia* et *composita*. Illa vel *acida* sunt vel *alkalina*. Haec subdivisa sunt in *neutra*, quae qua totam substantiam ex salinis componuntur partibus; *media terrestria*, quae terras cum salibus conjunctas continent; et *media metallica*, quae calces metallorum sinu fovent. Simplicia ab invicem nominibus distinguebantur, aut usu antiquitus receptis, aut ex alio quodam, frequentius occurrente, cui inhaerent, corpore desumtis. Salibus, quae ex duabus substantiis diversis componuntur, nomina indita sunt ex nominibus partium constituentium confecta.

Eadem denominandi methodus ad alia extendebatur corpora, quae analysi chemica ex duabus substantiis componi deprehensa sunt. Sic opera Summorum Chemicorum Macqueri, Bergmanni aliorumque, eo perventum fuit, ut simpliciora frequentissimeque occurrentia corpora nominibus denotarentur perspicuis et rationalibus, quibus indoles eorundem quodammodo indigitabatur.

Nuperrime plura phaenomena, quae incognitas hactenus corporum compositiones proderent, Chemicorum animos subierunt. Pertinet huc inprimis, quod ex experimentis Ingeniosissimi Lavoisier innotuerit, incrementa ponderum, quae calcinatione accedunt metallis, absorpto aëri esse tribuenda. Simile ponderis augmentum adquirere observata sunt corpora quaedam inflammabilia, quae acidi naturam suscipere valent, idque ex pari caussa, scilicet quod aërem, quem purum vulgo dixerunt, privatum deletere secum connectant. Hac de re omnes fere a) inter se conveniunt Chemici: dissentiunt vero in ejusdem ulteriore explicatione. Plurimi veteri sunt addicti doctrinae de *phlogisto* metallis corporibusque inflammabilibus communi, quae a Stahlii inde tempore valuit, jamque extra omne dubium posita esse videbatur, et horum quidem alii putant phlogiston istud praecipua quadam aviditate aërem purum petere, huncque et secum et cum corpore, quo ipsummet continetur, colligare b), alii e contrario opinantur phlogiston e corporibus secerni, quoties haec cum aëre puro conjunguntur, ideoque calces metallicas et acida phlogisto qua partem saltim privari c). Ipse vero Lavoisier et qui cum eo faciunt, ex eo quod nullam ponderis jacturam faciant corpora, quibus facultas ignem concipiendi adimitur, concluserunt substantiam illam elementarem, quam phlogiston alii appellaverunt, merum nihilum esse, cum ne aliis quidem phaenomenis melius ex-

---

a) Cel. Grèn singularem fovet opinionem: incrementa ponderum in corporibus memoratis non accedenti novae substantiae, sed ademto phlogisto adscribit. Phlogiston namque, secundum illum, omnia corpora, quibus adjungitur, leviora reddit. *Dissert. de Genesi Aëris fixi & phlogisticati. Hallae* 1786.

b) Hoc asserunt Clariss. Kirwan et plerique alii qui caussam phlogisti defendunt, ipsumque ab aëre inflammabili non differre putant.

c) Hoc congruit cum pristina ratione phlogisti naturam concipiendi, qua ipsum sub actu combustionis e corpore inflammabili avolare ponebatur. Ingeniosissimus Scheele huic addictus erat opinioni, quae nedum quidem ab omnibus deserta est, iis vero praeprimis inservit, qui phlogiston in lucis materia quaerendum esse putant.

plicandis fictam talem materiam inservire existiment. Hi propterea experimentis accuratissime institutis nitentes, magnam partem theoriae chemicae antea acceptae subvertendam esse judicaverunt, aliamque substituendam, quae veram corporum metallicorum & acidorum indolem exhibeat.

Ubi vero sic reformetur scientia, fieri aliter non potest, quam ut terminorum ex antiquiore dependentium theoria, multi valde informes atque inconvenientes reputentur: nihil enim magis est incommodum aut promovendae scientiae noxium, quam si ad res repraesentandas vocabula admittantur ex falsis opinionibus deducta. Hoc probe perspexerunt Illustres Chemici Gallici, qui emendatiorem formam scientiae conciliaturi, novam nomenclaturam chemicam componere sibi proposuerunt, in qua nomina corporum, quantum fieri possit, conditiones eorum menti sisterent.

Clariss. de Morveau, qui plures ante annos specimen nomenclaturae chemicae ediderat d), rem de novo meditatus, difficultatem operis ex novis quae ceperat scientia incrementis ortam esse haud exiguam intellexit; proptereaque consociatis sibi pluribus Academicis Parisiensibus, communi opera novum systema stabiliendum in se sumsit. Sic post frequentes deliberationes Viros inter Ingeniosissimos de Morveau, Lavoisier, Berthollet, de Fourcroy ceterosque, constructa est nova Nomenclaturae chemicae methodus, quam anno proxime praeterlapso Parisiis publici juris fecerunt e).

Hoc opus, quod et ingenium fecundum, et vastam phaenomenorum notitiam, et solidam eruditionem, longe supra nostras laudes positam prodit, dignissimum nobis visum est, quod omni adhibita attentione examinetur. Hoc vero agentes si quandoque contingat nos ab opinionibus laudatorum Chemicorum discedere, id quidem haud male habituros esse Auctores Celeberrimos eo firmius nobis persuademus, quo certius est, utrinque nonnisi pro veritate pugnari.

Simplicium corporum, eorumve quae pro simplicibus habentur, siquidem analysis eorum nondum detecta est, ab Auctoribus nomenclaturae novae, quinque sistuntur classes.

Classis Prima Elementaria complectitur corpora, sive ea *quae inter se alio respectu non sunt analoga, nisi quod reliqua corpora simplicitate superare videantur, eamque ob caussam ulteriori analysi repugnent, atque ad agendum aptissima sint, quando cum aliis corporibus conjunguntur* f). Huc referunt:

1. Lumen s. *materiam lucis.*
2. Caloricum s. *materiam caloris* vel *calorem latentem.*
3. Oxygenium s. *basin aëris vitalis* vel *basin aëris puri.*
4. Hydrogenium s. *basin aëris inflammabilis.*

---

d) Rozier. 1782. Maji.

e) *Nouvelle methode de la Nomenclature Chimique, proposée par MM.* de Morveau, Lavoisier, Berthollet & de Fourcroy. *à Paris* 1787.

f) *l. c. mem.* de Morveau p. 28.

Primae duae species eximia subtilitate omnia superant corpora: ast cum neque ponderis ullum indicium, neque aliae proprietates corporibus communes in illis distincte satis appareant, multis perquam probabile videtur, easdem qualitatibus potius corporum, quam diversis horum speciebus adnumerandas esse. Utramque separatim considerabimus.

Nondum decisa est quaestio, utrum *lumen* motu quodam tremulo, ut sonus in aëre, propagetur; an vero materia sit subtilissima, quae motu velocissimo e corpore radiante circumcirca projiciatur. Si prius, fluidum illud aethereum, quod motu suo luminis sensum producat, non apte satis in numerum elementorum refertur, cum nullum notum sit phaenomenon, quod probet substantiam talem corporis alicujus partem constituere. Si vero lumen peculiaris sit materia emanans, necesse est hanc ante productionem lucis in corporibus phaenomeno inservientibus occultatam fuisse. Cum itaque phaenomenon lucis ut plurimum producatur, dum aërem purum destruit, ejusque basin absorbet materia quaedam inflammabilis; materia illa lucis phaenomenon progignens latere ponenda est, aut in aëre puro, aut in corpore inflammabili. Priorem hypothesin adoptant Auctores nomenclaturae. Quod vero nec altera hypothesis probabilitate careat, alibi ostendere conati sumus g), ubi fusius de indole lucis atque corporum inflammabilium disseruimus. Ostendimus scilicet haud procul a vere abesse, lucis materiam, si quae sit, compositam esse ex calore elementari et alia quadam substantia corporibus inflammabilibus communi. Haec si ita se habeant, posterior illa elementaris materia nihil differt a *phlogisto* Stahlii: sic vero *lumen* e numero elementorum excludetur, *phlogiston* autem ipsis apte adnumerabitur. Attamen cum res nondum sit evicta, satius erit neutram hypothesin adfirmare, donec plenius pateat, quaenam reliquis sit praeferenda.

Phaenomena *caloris*, qui corporibus inhaeret, adeo analoga sunt phaenomenis corporum, quae ex diversis materiis componuntur, ut probabile sit existere substantiam calori propriam, quae ad materiarum classem aliquam sit referenda. Hoc vero posito, non videtur oportuisse novo prorsus & inusitato nomine *calorici* materiam illam caloris appellari; inprimis cum analogia nomenclaturae novae aliam potius denominandi rationem svadeat. Etenim cum generatim in denominandis substantiis elementaribus, eam sibi proposuerint regulam Auctores nostri, ut nomina desumant ex corporum classe, ad quam praecipue pertinent ista elementa, addita terminatione *genium*, uti oxygenium vocant quod acida generat, et hydrogenium quod aquam generat: ita materia caloris *gasogenium* appellari potuisset, cum fluida aëriformia, quae *gasa* ipsis audiunt, potissimum producere ab iisdem ponatur.

Commixtis in justa proportione et accensis aëre inflammabili atque aëre puro, produci videtur aqua, toti massae aëreae pondere aequalis h). Nondum quod sciamus confirmatum est, aquam istam sub hac inflammatione ex partibus suis constituentibus componi. Haud enim repugnabit, phaenomenon idem obtinere, si aqua tota quanta jam antea parata in utro-

---

g) Crell, *Chemische Annalen* 1788. I. st.

h) Clarissimi Dr. Deiman et van Troostwyk sub hac operatione aquam obtinuerunt eo semper infectam acido, cujus ope paratus erat aër purus, licet hic ante experimentum optime lotus esset: indeque concluserunt acidum quoddam partem constituere aëris puri essentialem. Attamen potest phaenomenon illud extra hanc hypothesin intelligi, si detur, exiguam acidi cujuscunque portionem ab aëre puro facile suscipi, atque in eodem firmiter retineri.

que aëre latuisse ponatur. Hoc quoque veritatis quandam speciem prae se fert, siquidem aquae portionem immixtam semper contineant, neque ab eadem penitus liberari possint aëris species memoratae. Idem hoc bene congruit cum experimentis eorum, qui notabilem aquae copiam expulerunt e metallicis calcibus, quae aërem purum ligatum habent, neque praeterea quidquam aqueae indolis continere videntur i). Quousque vero totius aquae, deflagratione productae, praesentia in duplici aëre, ante inflammationem ostendi non potuerit; bases utrorumque, cum et ipsi, dum elastica gaudent forma, ab invicem nimis differant, pro duabus diversis substantiis haberi posse haud negabimus. *Hydrogenium* basin aëris inflammabilis appellaverunt Auctores nomenclaturae ex aqua, ubi potissimum praesentia ejus et analytice et synthetice demonstrata esse putatur. Quo jure basin aëris puri nomine *oxygenii* denotaverint, mox est inquirendum.

Classis Secunda Bases exhibet acidorum, quae ut sequitur enumerantur.

1. Azotum s. *radicale nitricum* vel *basis aëris mephitici.*
2. Carbonicum s. *radicale carbonicum* vel *carbo purus.*
3. Sulphur s. *radicale sulphuricum.*
4. Phosphorus s. *radicale phosphoricum.*
5. — — — *radicale muriaticum.*
6. — — — *radicale boracicum.*
7. — — — *radicale fluoricum.*
8. — — — *radicale succinicum.*
9. — — — *radicale aceticum.*
10. — — — *radicale tartaricum.*
11. — — — *radicale pyrotartaricum.*
12. — — — *radicale oxalicum.*
13. — — — *radicale gallicum.*
14. — — — *radicale citricum.*
15. — — — *radicale melicum.*
16. — — — *radicale benzoicum.*
17. — — — *radicale pyrolignicum.*
18. — — — *radicale pyromucicum.*
19. — — — *radicale camphoricum.*
20. — — — *radicale lacticum.*
21. — — — *radicale saccholacticum.*
22. — — — *radicale formicum.*
23. — — — *radicale prussicum.*
24. — — — *radicale sebacicum.*
25. — — — *radicale lithicum.*
26. — — — *radicale bombicum.*

---

i) Wertrumb. *Physicalisch. Chemische Abhandlungen, 2. B.* 1. heft.

Orta est haec classis ex hypothesi, acida omnia e duabus partibus composita esse, quarum altera omnibus communis sit, basis scilicet aëris puri, quam propterea *oxygenii* nomine designaverunt; altera in quolibet acido differat, pro diversitate radicalium acidorum, quorum enumeratio facta est. Haec vero opinio inde nata est, quod primae quatuor hujus classis substantiae basin aëris puri sibi adjungere valeant, eoque facto acidas exhibeant proprietates. Cum autem ipsa indoles hujus basis aëris atque modus, quo in corporibus ligatur, ignoretur, nulla adest ratio cur principium aciditatis in illa latere ponatur. Fieri enim potest, quod supra innuimus, ut eadem nihil ab aqua differat. Aqua sane requiritur ut constituatur acidum sapore dignoscendum: nemo tamen eam ideo acidis propriam esse dixerit, cum alkalinis neutrisve salibus cognoscendis similiter inserviat. Quaecunque vero fuerit indoles basis aëris puri, nondum definitum est, utrum haec acidam indolem vel unico cuidam corpori aliter impertiatur, quam ut vincula dissolvat, quibus aliquae corporis partes, acida indole antea jam praeditae, ligatae erant.

Sed si vel concedatur acidam formam, quam adquirere possunt quatuor substantiae nominatae, aëri puro esse tribuendam, idem tamen ideo de omnibus acidis affirmari non potest. Acida namque, quae ex tribus proxime sequentibus hujus classis speciebus progenita esse ponuntur, nulla arte hucusque vel componi vel decomponi potuerunt. Neque in plurimis reliquorum acidorum ulla aëris puri indicia adhuc detexit analysis, licet hic ad nonnulla eorundem, quorum compositio ceteroquin tenebris obvoluta est, producenda aliquid conferre videatur. Quod si tamen ex analogia, quae inter acida obtinet, conjiciatur, omnia eodem hoc gaudere principio, quod in paucis jam detectum est, neutiquam haec conjectura pro fundamento classificationis ponenda fuisset. Neque enim licet generi per proprietates quasdam determinato, novas adscribere notas, antequam evictum sit, has omnibus speciebus, nulla excepta, competere.

Hisce pensitatis, minime conveniens esse videtur denominatio *oxygenii*, quae ex hypothesi nondum probata imposita est basi aëris puri; tota vero classis radicalia exhibens acidorum removenda, cum plurimarum ejusdem specierum nonnisi eam habeamus ideam, quam nobis eadem suppeditat hypothesis.

Notatu quoque dignum est, quod quatuor illarum hujus classis specierum, quae solae sub sensus veniunt, prima *azotum* nimis differat a tribus reliquis, *carbone* scil. *sulphure* et *phosphoro*. Haec solida sunt corpora, quae in contactum aëris puri admissa, admota ignis scintillula vel sufficiente semel addito calore, basin aëris avide suscipiunt et novam ignis copiam producunt. Contra azotum, quod purissimum occurrit in aëre mephitico, difficillime et nonnisi post diutinam per scintillas electricas agitationem, cum aëris puri basi connectitur. Licet itaque in utroque casu corpora acida producantur, adeo tamen diversus habitus differentem simpliciorum indolem innuit. Immo Auctores quoque nomenclaturae haesitarunt, numne potius a reliquis separarent atque ad elementorum classem referrent azotum, quia et simplicitate basibus aëris puri atque inflammabilis non cedere videatur, et compositionem permultorum corporum regni tam vegetabilis quam animalis ingrediatur. Hanc tamen deseruerunt optionem, cum non prostaret a quo potissimum composito tum denominaretur azotum k).

k) l. c. *Mem.* DE MORVEAU p. 34. seqq.

Annon itaque vel hinc satis apparet, arctiorem adhuc esse cognitionem elementarium corporum, quam ut eidem superstruatur systema chemicum, vel eidem innitens nomenclatura.

Classis Tertia Metalla sistit:

1. Arsenicum.
2. Molybdaenum.
3. Tungstenum.
4. Magnesium.
5. Niccolum.
6. Cobaltum.
7. Bismuthum.
8. Antimonium.
9. Zincum.
10. Ferrum.
11. Stannum.
12. Plumbum.
13. Cuprum.
14. Hydrargyrum.
15. Argentum.
16. Platinum.
17. Aurum.

Simplicibus haec adnumerantur corporibus, cum ex egregiis experimentis Lavoisierii aliorumque indubium esse videatur, eadem praeter bases calcium metallicarum nihil continere, quod partem ponderis habeat. Num vero praeterea subtilior quaedam ipsis inhaereat substantia, pondere fere destituta, qua calces careant, alia est quaestio.

Classe Quarta Terrae exhibentur simplices.

1. Silicia s. *terra silicea.*
2. Alumina s. *terra aluminis* vel *argilla pura.*
3. Baryta s. *terra ponderosa.*
4. Calx s. *terra calcarea.*
5. Magnesia.

Argillae nomine Chemici dudum designaverunt simplicem terram, e cujus qualitatibus argillae quaevis obviae cognoscantur. Hoc nomen terrae isti simplici abjudicarunt Auctores nostri, quia ex usu loquendi communi species illae vulgares, quae alias simul continent terras argillaceae purae immixtas, argillae appellentur. Substituerunt vero nomen *aluminae,* quo significetur terra ex alumine, alkali ope, praecipitata. Quam vero parum conveniens sit haec nominum permutatio vel inde patescit, quod terra ista praecipitata acidi vitriolici portionem tenaciter adhaerentem in sinu foveat. Quam quidem ob caussam potius ad salia media quam terras simplices referetur.

Classis Quinta Alkalia complectitur.

1. Potassam s. *alkali fixum vegetabile.*
2. Sodam s. *alkali fixum minerale.*
3. Ammoniacam s. *alkali volatile.*

Primarum quidem duarum specierum aliquam analysin detexisse sibi videntur nonnulli l), verum quia nondum satis confirmata res sit, in medio eandem relinquimus. Quod vero *ammoniacae* s. sali alkalino volatili locus inter simplicia corpora datus sit, non potest non paradoxum videri, cum compositionem ejus, ab Ingeniosissimo Scheele jam qua partem detectam, felicissimo successu indubitatam fecerit ipse Acutissimus Berthollet m).

Ab enumeratis simplicibus progrediuntur Auctores nomenclaturae ad corpora composita denominanda. *Gasa* vocant diversas quasvis aëris species, quae formam fluidi elastici tenent, neque eam, diminuta caloris temperatura perdunt; qua proprietate a vaporibus differunt. In illis *materiam caloris*, quae pro caussa elasticitatis fluidorum communiter habetur, non tantum arctius, quam in vaporibus ligatam, sed et chemice conjunctam esse putant; ipsamque propterea ut partem gasa constituentem, atque classis differentiam efficientem respiciunt. Quod vero aequali saltim probabilitate, in contraria hypothesi phaenomena gasium atque vaporum explicari possint, satis superque evicerunt, qui theoriam *caloris specifici* et *capacitatum*, quas vocant, corporum, calorem recipiendi cummunicandive, quae non admittit calorem absolute in corporibus ligatum, defenderunt.

Quae *basin aëris puri* continent, sive liquida sive solida sint corpora, ad unam classem referunt. Primum ibi locum occupat *aqua,* hanc sequuntur *acida*, quae tandem *calces metallicae* excipiunt. Cum supra ostenderimus, opinionem, quam de basi aëris puri ceperunt Auctores nostri, vacillantem adhuc esse, adeoque classificationem huic fundamento superstrui non posse, sufficiat observatiunculas quasdam circa nomina nova, nonnullis horum compositorum data addi.

Dicit Clariss. de Morveau adsociatos diu dubios haesisse, utrum denominationem *acidi vitriolici* usitatam retinerent, an ejus loco *acidum sulphuricum* scriberent n). Rejecerunt tandem nomen antiquitus receptum, ne ulla denominatio discederet a regula ipsis praescripta, qua acidum a basi, uti phosphoricum a phosphoro et sic porro, denominaretur. Attamen ipsi mox eandem non observant regulam in denominando acido nitri. Hoc enim acidum jam secundum regulam, non *nitricum*, ut ipsi proponunt, sed *azoticum* appellandum fuisset, quia azotum acidi hujus est basis. Abest tamen ut hanc mutationem svadeamus, cum e contrario antiquitate munitas et vitriolici et nitrosi vel nitrici denominationes servandas esse putemus: quod quidem Chemicis haud paucis placebit. Cum enim numerosa acidorum series, metallicis quibusdam exceptis, nonnisi quatuor exhibeat bases, a quibus ipsa secundum novam methodum nominari queunt, reliqua omnia secundum morem antea receptum vocanda essent: unde

---

l) Osburg in. *Act. Mogunt.* 1785. & Lorgna in Crell's *Ch. Annal.* 1787 1. St.

m) *Mem. de l'Acad. de Paris.*

n) l. c. p. 42.

duplicem denominandi viam, ubi una sufficere posset, sequi cogeremur, qua re facilitas scientiae adquirendae certe non conciliaretur.

Neque minus est incommodum, in quod ferunt denominationes compositorum salium, neutrorum scilicet et mediorum, ex mutatione proposita derivatae. Haec nomine basis acidi, addita syllaba terminante *as* distinguuntur. Sic vitriolum *sulphas* appellatur; sal acidum aëreum pro basi habens, *carbonas*, et sic porro. Cum autem vocabula *sulphur* et *carbo* corpora inflammabilia repraesentent, nullam vero salis compositi ideam menti inprimant, magna certe difficultas ex tali nomenclatura, nulla urgente necessitate, oriretur: quod ipsum alioquin sapienter evitare voluerunt Auctores Celeberrimi, de eo solliciti, ut ex nominibus substantiarum compositarum, indoles earundem atque compositio statim intelligatur o).

Igitur pro impensissimo studio et labore juvandi scientiam, quo summas de orbe erudito laudes merentur, non dubito Viros nostros aequi bonique consulere ausa nostra, dum eam, quae nobis expeditior videtur, rationem denominandi hoc loco addamus. Retineamus nimirum nomina antiqua, quae nullam absurditatem involvunt, quaeque ab omnibus facile cognoscuntur, neque temere infitiemur, nomen speciei cujusdam vulgaris et bene notae ad totum genus repraesentandum commode extendi. Nemo nescit *vitriolum* appellari sal, quod acidum vitrioli continet calce quadam metalli saturatum. Possint itaque idem nomen tueri omnia salia, quae acidum vitrioli fovent, sive sale alkalino, sive terra, sive metallo satiatum sit. Sic nullam difficultatem parient denominationes, *vitriolum potassae, vitriolum sodae, vitriolum ammoniacae,* itemque *calcis, magnesiae, argillae, ferri* & c. Similiter *nitrum* vocari posset omne sal neutrum vel medium, acidum nitri pro basi habens (omissa terminatione nova in *as*, utpote superflua), et quod muriaticum continet, *muria;* vel forte *murium*, si uniformitatis gratia necessarium scilicet judicetur, ut ad idem genus grammaticale cogantur ejusdem generis physici salia. Pari modo *creta* vel *cretum* significet sal, quod continet acidum aëreum, alkali vel terra vel metallo saturatum. Et sic eadem methodus salia duplicia denominandi ad omnia combinata neutra et media applicari poterit, si in toto genere, acidum commune habente, quaedam adsit species nomine simplici antea notata. Ubi vero talis deficit species, nomen genericum facili arte formabitur ex nomine quod communiter acido generis tribuitur, addita quadam syllaba terminante: ex. gr. terminatione *atum*, quae aptissima videtur, quia sic ad idem genus grammaticale neutrum omnia referentur salia duplicia neutra et media; et id commodi simul obtinebitur ut vocabula ita formata quam minime distent ab iis nominibus, quibus haec salia antea insigniri solita sunt. Si enim *phosphoratum ferri, acetatum calcis, boraxatum magnesiae* &c. vocentur salia quae antea *ferrum phosphoratum, calx acetata, magnesia boraxata* &c. audiebant, omnis innovatio consistit in sola permutatione Adjectivi in Substantivum. Utilitas vero hujus mutationis omnibus patet, qui intelligunt, genera salium horum compositorum ex acidis derivanda esse, atque tantillam hanc denominationis novitatem satis sufficere.

Cum acidorum nonnulla sint, quae varias plus vel minus acidas suscipiunt formas, prout majore vel minore basis aëris puri quantitate dotantur, varietates cujusque talis acidi denominationibus egregie significantur, in quibus tantum syllabae terminantes differunt. Sic

---

o) l. c. *Mem. de* Lavoisier.

Auctoribus nostris terminatio *icum* indicat acidum hac aëris basi saturatum esse, terminatio vero *osum* repraesentat id, quod tanta quidem gaudet basis hujus copia, ut acidas exhibeat proprietates, verum quod majorem adhuc suscipere potest ejusdem quantitatem, eaque addita majorem adquirit aciditatis gradum, quo ab *oso* differt *icum*. Sic acidum nitri purum *acidum nitricum* audit: quod vero antea nomine acidi nitri phlogisticati notum erat *acidum nitrosum* jam appellatur. Similem differentiam observant in denominandis salibus neutris vel mediis, ubi duplici varietate idem acidum ingreditur. Quod acidum continet perfectum, seu basi aëris puri satiatum, terminatione *as* distinguitur. Terminatio vero *is* iis adhibita est salibus compositis denominandis, quae acidum fovent basi aëris qua partem privatum, scilicet quod terminatione *osum* notatur. Sic quod vulgo tartari vitriolati nomine venerat sal, *sulphas potassae;* et quod sal sulphuratum Stahlii dicebatur, jam *sulphis potassae* appellatur. Illud, sicut jam memoravimus, potius *vitriolum potassae* nominare vellemus; hoc vero *vitriolis*, vel *vitriolas*, vel aliter mutato paulisper verbo, non inconvenienter appellabitur, si de eo inter se convenerint Chemici, ut hujusmodi terminationibus distinguant salis duplicia neutra vel media, quorum acidum, qua basin aëris puri, defectu quodam laborat: et hoc quidem commendandum esse videtur, cum hisce salium generibus nomina simplicia et congrua antea non sint imposita. Verum enimvero, si novae hae denominationes adoptentur, haud tamen ad alia applicari debent salium genera, quam ubi acidum ingrediens, quod jam pro immaturo habetur, alius capax sit indolis perfectioris, eamque adquirere valeat ex sola addita aëris puri basi. Hinc non placet, quod ad alia quoque salia easdem mutationes nominum transtulerint nomenclaturae Auctores. Sic ex. gr. sal neutrum, acidum tartari continens, *tartris* vocatur, cum tamen nonnisi una cognita est acidi tartarici varietas, quae praeterea nulla deficit proprietate acida.

Calces metallicas, quae acidae non sunt, ut ambiguam evitarent *calcis* significationem, *oxida* appellaverunt Auctores nostri, atque illas quoque proxime ad acidorum classem retulerunt. Valde quidem probabile est, nonnulla metalla, cum sufficienter calcinata fuerint, acidas adquirere proprietates; in plurimis tamen, etiamsi differentes calcinationis gradus subierint, nulla indicia acidae indolis apparuerunt. Quaedam e contrario calces metallicae indolem alkalinis salibus, aliae terris, salibusve neutris quodammodo similem prodere videntur. Cum tamen in omnibus, procedente calcinatione, aëris puri copia ligetur, facile patet, hisce non corroborari theoriam oxygenicam, quae neque ex aliis phaenomenis satis probata est. Novum itaque nomen *oxidum*, quod vi hujus theoriae confectum est, vix metallicis calcibus convenire videtur.

Non equidem infitiabimur theoriam oxygenii aliqua sese commendare probabilitate, neque tamen illis adversabimur, qui substantiam elementarem *phlogiston* in omnibus corporibus inflammabilibus metallisque inveniri putent: immo ne phaenomenis quidem repugnare videtur opinio eorum, qui phlogiston ipsum pro basi aëris inflammabilis habent. Praestat vero nulli harum hypothesium adhaerere, omnesque sollicite evitare denominationes, quae ab una alterave dependent; ne in discrimine versemur, falsas fovendi opiniones, atque in excolenda scientia retardemur.

His observatis, non est quod longius in nominibus reliquorum corporum compositorum considerandis immoremur, cum mutationes eorum propositae minoris esse videantur momenti. Generatim vero ex iis, quae allata sunt concludimus, absconditam adhuc nimis esse veram

indolem corporum elementarium, eorumque in corporibus aliis operandi modum; proptereaque systema chemicum ex hoc principio absolvendum, inter desiderata referendum adhuc manere. Nihil autem e contrario magis commendandum est, quam ut, ad hortatum exemplumque Clarissimorum, quos laudavimus, Auctorum, analytica via, quae sola ad penitiorem corporum cognitionem ducit, insistant Chemici, corpora, quae sub sensus veniunt, sedulo examinando.

VII.

Allgemeine Anmerkungen über die Wirkung der Wärme auf die chemischen Anziehungen der Körper *).

Dass eine ungleiche Stuffe der Wärme die Vereinigungskräfte, welche zwischen Körpern statt finden, oft zu beleben, verstärken, verringern oder zerstören vermögen, ist schon von Bergman, Lavoisier, de Morveau und mehreren ausgeführt, aber die Weise, wie die Wärme solche Veränderungen bewirkt, wird aus den bisher bekannten Erscheinungen nicht genugsam erörtert werden können. Da indessen die Anführung der verschiedenen Meynungen Anleitungen zu einer genauern Untersuchung und Aufklärung geben könnte, so mag es mir erlaubt seyn, einige zerstreuete Gedanken hierüber vorzulegen.

Ist die Wärme die Wirkung eines eigenen Stoffes, so ist keine Anleitung da, zu zweifeln, dass dieser Stoff eine Anziehungskraft auf alle vorkommende Körper äussere. Da auch die Wärme allezeit in einem gewissen Maasse zugegen ist, so muss diese Anziehungskraft auch bey allen Vereinigungen, welche zwischen Körpern entstehen, mitwirken.

Wir werden stets gewahr werden, dass sich, wenn mehrere Körper zusammen kommen, so durch ihre Anziehungen auf einander wirken, die Mischung mehrentheils auf die Art vertheilt, dass einige von den Körpern eine Vereinigung mit einander eingehen, und die übrigen ausschliessen, auch dass ein neuer Körper, so zu einer Mischung mehrerer zusammengesetzten Körper hinzukömmt, ihren Zusammenhang oft verändert, so, dass die zuvor geschiedenen, vermöge der Anziehungen des hinzukommenen Körpers, eine Vereinigung mit einander eingehen.

Daher hat man Anleitung zu schliessen, dass auch die Wärme des Stoffes, durch ihre Anziehung zu den Körpern, Veränderungen an ihren Anziehungen zu einander bewirkt,

---

*) Kongl. Vet. Acad. handl. 1790. s. 97—106; Crells chem. Annal. 1791. I. S. 448—459.

und sich selbige oft in einer ganz andern Ordnung vereinigen würden, wenn sie ohne Wärme auf einander würken könnten.

Könnte dieser Umstand durch Versuche erforscht werden, so mögten wir dadurch vielleicht am sichersten zu einer genaueren Kenntniss vom Wärmestoffe und seinen bedingten (relativen) Anziehungen geführt werden. Da wir aber nicht dahin gelangen können, das Verhalten der Körper bey einem vollkommenen Mangel von Wärme zu untersuchen, so müssen wir uns damit begnügen, dass wir ihre Wirkung einigermassen aus der Veränderung beurtheilen können, welche eine verstärkte oder verminderte Wärme an den Anziehungen der Körper verursacht.

Nach der Erfahrung, welche wir hievon haben, sehen wir eine mittelmässige *(lagom)* Wärme, als ein unschuldiges Auflösungsmittel an, welches die Vereinigung der Körper mit einander dadurch befördert, dass es ihre kleinsten Theile loser und beweglicher macht. Es scheint auch keine chemische Vereinigung, ohne ihre Beyhülfe vor sich gehen zu können; denn hierzu wird erfordert, dass die Theilchen der Körper Freyheit, einander zu begegnen, haben, welches nicht geschieht, wofern nicht einer, oder mehrere derselben, sich in einem flüssigen Zustande befinden; aber nach einer allgemein angenommenen Meynung sind alle Körper in ihrem natürlichen Zustande fest, den Wärmestoff ausgenommen, welcher vor sich flüssig ist, und durch seine Gegenwart das Band zwischen den Theilchen anderer Körper zu lösen, und ihnen eine flüssige Gestalt mitzutheilen vermag a).

Ferner werden wir gewahr, dass eine verstärkte Wärme die Theilchen eines Körpers fast allezeit zu einem grössern Abstande von einander entfernt, und also die Kraft des Zusammenhangs zwischen den gleichartigen Theilen *(partes integr.)* vermindert. Wenn aber eine höhere Stuffe der Wärme, als zur Vereinigung zweyer ungleichartiger Körper erfordert wird, die Anziehung zwischen denselben auch zu verstärken oder zu vermindern vermag, so folgt doch hieraus noch nicht, dass die Wahlanziehungen Veränderungen untergehen, denn die Anziehungen mehrerer Körper, zu einem nemlichen Körper, könne bey veränderter Stuffe der Wärme, so verstärkt oder verringert werden, dass die Ordnung derselben, welche die Wahlanziehungen auszeichnet, unverändert bleibt. In andern Fällen kann sie mehr oder weniger verändert werden. So kann es sich treffen, dass ein dritter Körper, welcher eine schwächere Anziehung zu einem jeden der vereinigten Körper besitzt, aber zu seiner Verbindung eine stärkere Stuffe der Wärme erfordert, als diese erfordert haben, selbige in einer solchen stärkern Wärme von einander zu scheiden vermag.

Man hat durch Versuche erfahren, dass Wasser, welches mildes mineralisches Laugensalz und Digestivsalz aufgelösst enthält, und bis zum Stande des Anschiessens abgedampft ist, zuerst das Laugensalz und darnach das Digestivsalz anschiessen lässt, wenn man die Lauge in der Sommerwärme stehen lässt, dahingegen in einer kältern Stuffe der Wärme das

---

a) Dies muss man jedoch nur als eine Voraussetzung ansehen, denn so lange man die Luftarten ihrer Luftgestalt und Federkraft nicht durch blosses Abkühlen hat berauben können, so ist es nicht unglaublich, dass auch eine andere Ursache, als die Wärme, Körpern eine solche Gestalt, welche den Luftarten zukömmt, mittheilen könne.

Digestivsalz anschiesst. Hieraus scheint zu folgen, dass ein wärmeres Wasser das Digestivsalz stärker, als das mineralische Laugensalz anziehe, und das kältere Wasser sich entgegengesetzt verhalte. Gäbe man auf solche Erscheinungen etwas genauer Acht, so mögte man vielleicht oft finden, dass kleine Veränderungen der Stuffe der Wärme die Wahlanziehungen eines Körpers verändern können. Aber hierüber fehlt uns noch die erforderliche Aufklärung.

Dagegen werden wir stets und deutlich gewahr, dass Störungen in den Anziehungen der Körper zu einander entstehen, wenn eine verstärkte Wärme einem gewissen Körper eine Flüssigkeit oder Flüchtigkeit zu ertheilen vermag, während die übrigen solcher Wirkung der Wärme wiederstehen. Der Stoff, welcher vor sich einer gewissen Stuffe der Hitze ausgesetzt, seinen Zustand verändern würde, wird in Vermischung mit feuerfestern Stoffen weniger geneigt, in ihrer Vereinigung zurückgehalten zu werden, und kann durch eine geringere Kraft abgeschieden werden, als bey einer niedrigern Stuffe der Wärme erfordert seyn würde. Ist auch der Unterschied zwischen der Feuerfestigkeit zweyer vereinigter Körper zu gross, so ist zuletzt die Hitze hinreichend, selbige zu trennen.

Wenn man die Veränderungen, so die Wärme an den Anziehungen der Körper zu bewirken scheint, also betrachtet, so wird es nicht unglaublich vorkommen, dass selbige blos von der verschiedenen Geneigtheit der Körper, bey gewissen Stuffen der Wärme mehr oder weniger zertheilt, flüssig oder flüchtig zu werden, herrühren. Und da wir nicht mit Gewissheit wissen, ob es die Wärme allein ist, oder mehrere andere unbekannte Umstände sind, welche eine solche Veränderung in der Beschaffenheit der Körper bewirken a), so fehlt es uns auch an der völligen Ueberzeugung, dass die Wärme hier als ein Körper, durch ihre Anziehungskraft, wirke. Jedoch weit entfernt, diese Meynung bestreiten zu wollen, welche von den grössten Scheidekünstlern angenommen ist, sehe ich sie dafür an, dass sie die einfachste und natürlichste Weise der Erklärung in sich fasst, welche auch eine neue Stütze durch die in neuern Zeiten gemachte Entdeckung erhalten hat, dass eine beträchtliche Menge Feuer von einem Körper gleichsam eingesogen und verborgen wird, wenn selbige aus einem festen Zustande in eine flüssige Gestalt übergeht, oder ferner in Dämpfe verwandelt wird. Auch

---

a) Es wird noch nicht ausfindig gemacht seyn, warum flüssige Körper zuweilen um mehrere Grade unter dem Gefrierpunkte erkalten können, ohne fest zu werden, und auf der andern Seite über ihren Siedestand erhitzt werden können, ohne in Dünste verwandelt zu werden. Hiemit scheinen folgende Erscheinungen einige Gemeinschaft zu haben. Wird ein Körper an einem Faden in siedendes Wasser gehängt, so sieht man Luftblasen von dem Körper aufsteigen, und zwar oft häufiger, als vom Boden des Kochgeschirres. Dies gab mir Anleitung zu folgenden Versuchen. Eine Glasröhre, von der Länge eines Zolles und 3 Lin. im Durchmesser, wurde an einem Ende zugeblasen und an dem andern zu einer feinen Röhre ausgezogen, welche offen gelassen wurde. Diese wurde unter die Oberfläche eines im vollen Sieden begriffenen Wassers gesenkt, da denn sofort eine grosse Menge Luftblasen aus dem offenen Ende der Röhre herausströmten, und so ununterbrochen fortfuhr, nicht allein, nachdem das Sieden lange gewährt hatte, sondern auch, nachdem das Feuer einige Zeit darunter herausgezogen war, und das Sieden aufgehört hatte. Darnach zog sich das Wasser gemächlich in die Röhre, jedoch mit einer ungleichförmigen Bewegung, so dass die eingeschlossenen Dämpfe mehreremale gleichsam neue Kräfte schöpften, und wieder in Gestalt von Luftblasen herausströmten. Zuletzt ward der ganze Raum der Röhre, bis auf eine beynahe unmerkliche Luftblase nach, angefüllt. Wenn

kann solcher Begriff von dem Wärmestoffe nicht zu falschen Meynungen verleiten, wenn man keine weitere Anwendung davon macht, oder in dem Wärmestoffe blos eine Kraft betrachtet, deren Wirkung auf das Gleichgewicht zwischen den Anziehungen der Körper geäussert wird.

Was das Abbrennen entzündlicher Körper betrifft, so scheint solches zwar zuweilen durch blosse Wirkung der Hitze befördert werden zu können, z. B. wenn Phosphor, Schwefel u. d. m. der freyen Luft bey einer angemessenen Stuffe der Wärme ausgesetzt werden, und dann wird die Wärme die Vereinigung des entzündlichen Körpers mit der Feuerluft auf eben die Weise bewirken, wie sie zu den Vereinigungen zwischen den Theilchen des Körpers beyträgt, und der Luft Freyheit auf dieselbe zu wirken, lässt. Aber zuweilen scheint die Entzündung auch durch andere, minder bekannte Ursachen erregt zu werden. Eine Mischung von Feuerluft und brennbarer Luft wird durch eine Flamme, oder einen elektrischen Funken, aber nicht durch glühende Körper entzündet, falls selbige keine Flamme geben, und scheint hier also etwas anders, als blosse Hitze, zu wirken.

Man sieht einen elektrischen Funken gewöhnlich wie einen Feuerball an, aber sein Verhalten kömmt nicht immer mit den bekannten Eigenschaften des Feuers überein. Nicht selten findet man, dass Eisen durch einen Blitz, neben oder auf brennbaren Körpern, geschmolzen ist, ohne dass selbige dabey verändert sind, welche doch der Zerstörung gewiss nicht hätten entgehen könnnen, wenn das Eisen durch Feuer gesmolzen wäre, oder einen Augenblick die Hitze, welche zur Schmelzung desselben erfordert wird, gehabt hätte.

Wollte man annehmen, dass Feuer, Wärme und Elektricität Abänderungen (Modificirungen) eines und des nemlichen Stoffes wären, so müsste man doch zugeben, dass wir noch keinen Begriff von der Beschaffenheit dieser Abänderungen haben. Wenn daher die Entzündung der Körper bald durch den einen, bald durch den andern, der erwähnten Stoffe, befördert wird, so sehe ich mich noch genöthigt, den allgemeinen Satz in Zweifel zu ziehen, welchen Hr. de Morveau behauptet hat, dass nemlich das Steigen der Stuffe der Wärme die unmittelbare, oder wenigstens die einzige Ursache der Entzündung der Körper und dabey erfolgenden Absonderung der Wärme sey.

---

das umgebende Wasser aber wieder zum Sieden gebracht ward, so entstanden die selbigen Erscheinungen vom neuen, nemlich die eingeschlossene Luftblase dehnte sich aus, und trieb das Wasser aus der Röhre, worauf ein unaufhörlicher Strom von Luftblasen von dem offenen Ende der Röhre aufstieg. Das nemliche geschah ohne eine merkliche Veränderung, wenn die Vorrichtung vielmahl erneuert wurde, das Sieden mogte jedesmal eine längere oder kürzere Zeit fortgesetzt werden. Wenn die kleine, in der Röhre eingeschlossene Blase aber Gelegenheit bekam, durch das offene Ende der Röhre herauszugehn, nachdem das Feuer weggenommen war, so konnte durch abermaliges Sieden keine Luft, oder federhafter Dampf in der Glasröhre erregt werden, so auch nicht, wenn das Wasser nicht bis zur mittleren Stuffe der Wärme abgekühlt war, als in welchem Falle die kleine Luftblase ganz zu verschwinden schien. Die nemlichen Umstände zeigten sich, wenn eine Glasröhre gebraucht wurde, welche an beyden Enden zu einer feinen Röhre ausgezogen und offen war, da denn die Luftblasen mehrentheils aus der weitern Oeffnung herausströmten. Diese besonderen Erscheinungen scheinen mit dem Begriffe nicht völlig überein zu kommen, welche man sich im Allgemeinen von der Entstehung der Dämpfe durch blosse Wirkung der Wärme gemacht hat, aber ich getraue mir nicht, hierüber eine genauere Erklärung zu wagen.

Ein anderer Einwurf, welcher gegen diesen Satz gemacht werden könnte, dass es nemlich unglaublich scheine, dass zwey Körper, verschiedener Beschaffenheit, bloss vermittelst der Wirkung ihrer eigenen Vereinigungskräfte eine Vereinigung eingehen, und einen dritten, vorhin bey denselben befindlichen Stoff, abscheiden könnten, nachdem eine grössere Menge desselben hinzugekommen wäre, da gleichwol solche Körper, vor dieser Vermehrung, nicht im Stande gewesen wären, eine Verbindung mit einander einzugehen: diesen Einwurf will Hr. de Morveau, durch eine nicht seltene Erfahrung an Körpern beantwortet haben, dass nemlich, durch Vermehrung der Menge des Auflösungsmittels, zugleich der Zusammenhang desselben mit dem aufgelössten Körper aufgehoben werde. Aber ich fürchte, dass man kein Beyspiel wird aufweisen können, wo eine solche Zerlegung vor sich geht, falls nicht der zugesetzte Stoff angezogen wird, und mit einem Theile des aufgelösten Körpers eine Vereinigung eingeht. Es ist also kein Zweifel, dass bey dem vom Hrn de Morveau angeführten Versuchen die Fällung des Schwerspaths, aus seiner Auflösung in verstärkter Vitriolsäure, durch zugegossenes Wasser, daher rührt, dass die Vitriolsäure stärker vom Wasser angezogen wird, als der Schwerspath, welcher keine Geneigtheit, sich mit dem Wasser zu vereinigen und aufgelöset zu werden, zeigt. Dagegen ist es leicht einzusehen, dass die Wärme bey der Entzündung der Luftarten nicht durch eine solche Anziehungskraft wirkt, da nicht allein die hinzugefügte Wärme (von der nun angenommen wird, dass sie in einem elektrischen Funken enthalten sey), sondern auch eine viel grössere Menge, so vorher bey den Luftarten befindlich war, abgeschieden wird, ohne eine neue Verbindung einzugehen.

Eben so wenig scheint obgedachter Satz durch das vom Hrn de Morveau angeführte Beyspiel bestärkt zu werden, dass Vitriolsäure und Wasser, in fester Gestalt gemischt, keine Hitze bewirken, so sie doch thun, wenn sie vor der Vermischung flüssig gewesen sind: denn, wenn festgewordene Vitriolsäure und Eis eine Vereinigung mit einander eingehen, und zu verdünnter Vitriolsäure werden können, so müsste man um so mehr vermuthen, dass dabey eine ansehnliche Kälte entstehen würde, als man aus der Erfahrung weiss, dass selbst flüssige Vitriolsäure, mit Eis oder Schnee gemischt, Kälte verursacht. Erwärmt man eine Mengung von festgewordener Vitriolsäure und Eis gemächlich, bis alles zusammen geflossen, oder zu flüssiger verdünnter Vitriolsäure geworden ist, so wird man finden, dass bey dieser Verwandlung keine neue Wärme entsteht. Hieraus erhellet augenscheinlich, dass eine abgeschiedene Hitze keine nothwendige Folge der Vereinigung zwischen diesen Stoffen, und die Hitze, welche bey ihrer Mischung sich äussern kann, bloss der Ueberschuss der Wärme, welche die Stoffe vorher enthalten haben, über die, welche ihre Vereinigung an sich halten kann, ist.

Ich gestehe gleichwohl, dass die verborgene Wärme der Körper, welche beym Verbrennen entwickelt wird, mit einer federhaften Luft verglichen werden kann, welche man in ein gläsernes Gefäss einpacken kann, bis ihre Federkraft mit der Kraft des Zusammenhanges der Glastheilchen ins Gleichgewicht kömmt, worauf nicht mehrere Luft hineingetrieben werden kann, ohne dass das Gefäss zerspringt und der Luft einen freyen Ausgang gestattet. Wäre es mir aber erlaubt, eine Lehrmeynung über den Vorgang bey der Entzündung der Körper auzuführen, so mögte ich sagen, dass solche oft von einem Stoffe bewirkt würden, welcher von der Wärme verschieden ist, aber in der Flamme

des Feuers und dem elektrischen Funken gefunden wird, und welche ich Lichtstoff *(ljusämne)* nennen würde. Ob dieser Stoff durch eine Anziehung zu einem Bestandtheile des brennbaren Körpers, oder der Feuerluft, oder blos durch eine verursachte Zertheilung oder Bewegung der Theilchen der Körper wirkt, darüber wage ich keine Meynung zu äussern.

VIII.

De theoria calcinationis. *)

Nonne universa natura rerum Igne utitur, ut instrumento principe, ad producenda ubique sua composita? — Usque adeo, ut ambigi queat, num Ignis magis serviat componendis quam dissolvendis corporibus? sane utrumque efficit.

BOERHAAVE.

§. 1.

Calcinatio in genere.

CALCAREI dudum appellati sunt lapides varii, qui vehementi igne perusti, vel post refrigerationem admixta aqua, statim aestuant et minutissime dehiscunt, vel aëre accedente, successu temporis in pulverem subtilissimum fatiscunt. Hisce ustis *Calcis vivae* nomen impositum est; et pulvis per fatiscentiam obortus *Calx* denominatus. Cum vero compertum esset, plurima quoque alia corpora, justo ignis gradu tentata, facile in pulverem converti, *Calcis* nomine generatim Chemici notaverunt corpus quodcunque, ignis ope in substantiam pulveream vel friabilem saltem redactum, atque operationem, qua talis mutatio succedit, *Calcinationem* dixerunt. Denique quia, praeterquam igne, alia atque alia via, solidior corporum forma cum pulverea commutari potest, vocum harum significationem eo usque extenderunt nonnulli, ut nomine calcinationis omnem fere pulverisationem chemicam intelligerent, sive operationem, qua absque vi mechanica ita destruatur nexus partium corporis cujuscunque, ut hoc vel pulvis fiat, vel multo quam antea facilius pulverari possit.

Sed pensitantes, lapidem calcareum aliaque nonnulla corpora igne usta pondere decrescere, judicaverunt fixas plurimorum corporum partes, aliis substantiis igne expellendis

---

*) Dissertatio chemica de Theoria Calcinationis. Aboae MDCCXCII.

conglutinatas esse, et proinde his fugatis *calciformes* exhiberi. Itaque deficiente accuratiori cognitione compositionis corporum, subreptionis vitio prisci Chemici putaverunt, substantias, etiamsi nullibi prostent, in corporibus tamen delitescere, ab iisdemque secerni; neque dubitarunt, quin peracta corporis *calcinatio* certo indicet, hoc partes quasdam volatiles perdidisse, licet simul, rebus non satis perspectis, ad corpora calcinata ea quoque referrent, quae, forma mutata, non modo nullius partis jacturam faciant, sed novis etiam accrescant.

Usque adeo non ita pridem manca fuit theoria calcinationis sensu latiori sumtae. Cum vero neque eandem a recentioribus Chemicis sufficienter explicatam invenerimus, operam B. Lectori non ingratam nos suscepisse speramus, praeciquas operationes, quae calcinationes dici sveverunt, propius examinaturi atque enucleaturi.

§. 2.

Species Calcinationum.

In diversas species Chemicorum plurimi Calcinationem distribuerunt, secundum varia subsidia quibus peragitur, quatenus scilicet fit per Ignem, vel Aërem, vel Menstrua Salina etc. Haec autem divisio minus commoda esse videtur, tum quia idem corpus per diversa adminicula calcinatum, saepe easdem prorsus subeat mutationes, tum quod diversa corpora eodem omnino modo calcinata admodum dissimiliter transformentur: in Chemia enim non tam operandi modi, quam ipsae corporum mutationes, quae a proprietatibus ipsorum et partium constituentium natura dependent, maxime respiciendae sunt. Ut itaque convenientius designare possimus calcinationum species, superfluum non erit paucis generatim considerare caussas firmioris vel debilioris corporum nexus, utpote in qua ipsorum varietate genuina calcinationis notio posita fuit.

Vis qua inter se cohaerent partes homogeneae corporis cujusvis, Chemicis *Attractio aggregationis* nominata, generatim quidem tanto est major, quanto sibi propiores sint minimae particulae, quove amplioribus superficiebus sese mutuo contingant. Si itaque hae in corpore solido ita comparatae fuerint, ut certo tantum ordine inter se collocatae optime congruant, tota necesse est infringatur compages, ubi quacunque de caussa, salva corporis compositione chemica, turbetur interna ejusdem structura. Si vero a corpore composito sejungantur una vel plures *partes constitutivae*, pro re nata fieri potest, ut cohaerentia residuarum partium aut decrescat, sublato quasi ligamine quo connexae fuerant, aut increscat, majore ipsis concessa libertate sibi appropinquandi. Si denique sese offendant plura corpora diversa, praeter aggregationis vires singulorum aliae simul obveniunt *Attractiones solutionis* s. *compositionis* appellatae, quibus partes cujusque corporis minimae interdum ita divellentur, ut cum partibus ceterorum intime misceri possint, omnesque sic junctae corpus compositum homogeneum sistant. In hoc casu, destructis primum aggregationibus singulorum corporum, totius iterum formati partes nova cohaerent vi, quae vel major vel minor esse potest quam attractio aggregationis cujuslibet seorsim ante conjunctionem fuerat.

Hinc patet calcinationem latissime sic dictam triplici via perfici posse, scilicet aut ordine tantummodo partium corporis mutato, aut *resolutione* s. nonnullis corporis partibus

remotis, aut *compositione* s. additis aliis substantiis, proptereaque non incongrue quatuor ipsius statui *species:*

Primam simplicissimam illam, qua praeter formam externam nihil mutatur in corpore, vel ubi alia mutatio sensibus non obvenit.

Secundam qua pondere simul decrescit, sive aliquam partem constituentem perdit.

Tertiam qua ponderis incrementum capit, absorpta scilicet substantia aliena.

Quartam e praecedentibus compositam, qua partes nonnullae corporis abiguntur, aliis sese in ipsum insinuantibus.

§. 3.

Efficacia ignis in corpora simplicia.

Quia non tantum omnes calcinationes ignis ope potissimum peraguntur, sed neque compositiones neque solutiones corporum sine igne vel calore perfici possunt, necessarium ducimus, ipsius ignis efficaciam in corpora generatim primum commemorare. Verbo solum in antecessum monemus, per *ignem* nos jam nihil aliud intellectum velle, quam ipsum *calorem*, alias *materiam caloris*, et Gallicis Chemicis *Caloricum* appellatum, qui certe in omni igne abundat, plurimasque, si non omnes, per ignem faciendas corporum mutationes producere valet: atque *Simplicia* hic nobis ea audire corpora, quae in igne nulla produnt signa materiae heterogeneae admixtae.

Vulgatissima est observatio, corporum calefactorum magnitudinem crescere et densitatem minui, nisi ipsis simul acciderit talis mutatio texturae vel compositionis, ut propterea arctentur. *Solidi* itaque corporis superficies igni primum contigua in majus statim extenditur spatium, quae deinde expansio sensim propagatur ad interiores partes, usque dum ignis, qui in omnia corpora penetrare valet, per totam corporis substantiam aequaliter fuerit diffusus. Si vero paullatim augeatur corporis calor, magis magisque discretis particulis infirmatur continue harum mutua attractio, adeo ut tandem nihilo fere aequalis fiat differentia inter attractionis vim qua partes corporis cohaerent, atque eam vim qua ad illas separandas annititur ignis; et corpus, cujus minimis partibus sic datur summa libertas pressui cuicunque cedendi, *liquidam* formam obtineat. Sed expanditur etiam corpus liquefactum, admoto fortiori igne, qui, si sufficienter increverit, omnem demum cohaesionem destruit. Partes itaque corporis ad hunc usque gradum calefacti extra sphaeram, uti loquuntur, mutuae attractionis propulsae, liquidam formam servare nequeunt, sed in *vapores elasticos* convertuntur, donec totum corpus aëream formam acquisiverit.

Fatendum quidem est, nonnulla corpora solida ne per vehementissimum quidem hucusque cognitum ignis gradum liquefacta fuisse. Haec vero, si vel omni igni refragentur, non tamen obstant, quominus opinionem plurimorum Physicorum defendamus: *solidam formam omnibus corporibus esse naturalem, liquiditatem vero et fluiditatem elasticam nonnisi igni ipsis inhaerenti tribuendam esse;* cui permulta favent phaenomena, nullum vero, quod sciamus, repugnat.

§. 4.

Efficacia ignis in corpora composita.

Ubi ad plura corpora contigua idem applicatus fuerit ignis gradus, et ab horum viribus aggregationis, et ab attractionibus eorundem mutuis dependet, utrum liquescant vel in vapores vertantur, an igni resistant; utrum separentur quae antea conjuncta fuerant, vel conjungantur quae fuerant separata, an vero immutata maneant. Cum itaque pro diversa memoratarum virium ratione varii sint phaenomenorum casus, horum praecipuos exemplis quibusdam illustrabimus.

Si dato igni exponatur corpus ex duabus substantiis chemice unitis compositum, evenit interdum, *ut altera pars constituens igni cedat*, remanente altera in pristino statu: sic Plumbum ex Cupro secum conjuncto, liquescendo separatur; et Antimonium in vapores conversum Aurum deserit: vel *ut neutra ei ignis gradui pareat*, qui alterutri vel utrique seorsim resolvendae sufficiat: sic multa Salia cristallina aqua cristallisationis non perdunt, ne in ea quidem caloris temperatura, qua aqua pura ebullit; et Cinnabaris ei resistit igni, quo et Sulphur et Hydrargyrum in auras abire coguntur: vel denique, *ut corpus compositum ignis vim non sustineat*, quae neutri, saltem non alterutri parti mutandae par sit: sic Terrae varie inter se mixtae longe facilius saepe liquescunt quam singulae seorsim; et plurima corpora fixa, juvante aqua, volatilia evadunt.

In quacunque caloris temperatura juxta se invicem collocata sint duo corpora, vix ac ne vix quidem chemice combinari possunt, quamdiu in statu *soliditatis* utraque persistant. Si vero corpori *liquefacto* aliud addatur aut solidum aut liquidum, ex binis substantia uniformis saepius componitur, interdum liquida, ut in omnibus *solutionibus chemicis*, interdum solida, ut in *praecipitationibus*, *cristallisationibus* aliisque *coagulationibus* non raro fieri observamus. Eadem est ratio *vaporum* s. *fluidorum elasticorum* (in quorum numerum etiam aëris species referimus), quae interdum alia corpora dissolvunt et in vapores convertunt, interdum ipsa sua elasticitate privantur, et cum aliis corporibus sociata, modo in liquida, modo in solida transmutantur.

§. 5.

Prima Calcinationis species.

Hisce praemissis ad species calcinationis in §:pho 2:da enumeratas expendendas progredimur. *Primam* harum, qua corpus pulvereum quidem et friabile evadit, ceteris vero proprietatibus non mutatur, Calcinationis nomine dignam non judicaverunt nonnulli Chemici, qui partem corporis expellendam in criteriis calcinationis posuerunt. Sed nominis usum, qualem haud pauci Chemicorum dudum adhibuerunt, nobis quoque tantisper liberum esse eo tantum fine postulamus, ut vel inde materiae substratae lucis quid foeneremur.

Itaque obtinet calcinatio in corporibus solidis, quae firmitatem habent ex peculiari structura interna, dum haec per repentinas variationes temperaturarum caloris turbatur. Par-

tes namque corporis subito igniti inaequaliter dilatantur, quia non eodem simul gradu ignis cientur. Adeoque motu inter ipsas oborto, destruatur necesse est ordo earundem; et totum corpus, si non statim in pulverem, tamen in frustula dissilit aut rimas saltem agit. Idem evenit si subito refrigescat corpus calidum: et tanto quidem majores sunt hi effectus, quanto promtior fuerit temperaturarum mutatio. Usitatissima est haec operatio inter artifices, qui lapides siliceos aliosve ob nimiam duritiem aliter difficillime pulverandos, igne candefactos, aqua frigida subito affusa, friabiles reddere sciunt.

Notatu dignum est metalla quoque omnium corporum solidissima, hac methodo fragiliora fieri: quae tamen, ut neque aliis operationibus in pulverem redacta, calces non appellantur, quoniam alia apud Chemicos valuit calcis metallicae significatio, de qua nobis infra agendum est.

§ 6.

Secunda Calcinationis species.

Corpora per calcinationem leviora facta eam perdidisse substantiam, qua residuae partes connexae fuerant, experimentis evidenter demonstrari potest. Si enim colligatur quidquid e corpore fugaverit ignis (quod non difficulter fieri potest, siquidem haec calcinatio etiam in vasis clausis succedit), id vel aëris quaedam species esse deprehenditur, vel alia substantia ignis ope in vapores resoluta, quae corpori calcinato iterum adjuncta non solum pondus, cujus jactura facta est, sed etiam formam pristinam proprietatesque restituere valet.

Plurima salia, separata aqua, quae ipsis formam cristallinam et soliditatem impertiebat, pulverea fiunt. Et horum quidem aliis calcinandis vehementiore caloris gradu, quem ignem vulgo vocant, opus est, aliis vero perquam modicus calor sufficit: quamobrem veteres Chemici has calcinationes variis nominibus distinxerunt, appellantes scilicet *aëreas* quae in calore atmosphaerae vulgari, *solares* quae accedente aestu solis peraguntur, et sic porro. Interdum etiam absque augmento caloris haec calcinatio perficitur, addito nempe corpore, quod aquam cristallisationis majore vi attrahit. Sic salia nonnulla cristallina acido vitriolico aqua spoliato, vel aliis corporibus aquae avidis immersa, mox in pulverem fatiscunt.

Praeterea in regno minerali multa occurrunt fixorum corporum cum volatilibus connubia, in quae species haecce calcinationis convenit, quorum unius tantum mentionem facere sufficiat. *Spathum calcareum* e tribus constat corporibus simplicioribus, terra scilicet calcarea, acido aëreo et aqua, quorum ultima bina per ignis vehementiam avelli possunt, remanente terra calcarea pura, quae friabilis jam facta, pristinam non recuperat cohaerentiam, antequam utrisque iterum juncta fuerit. Solius namque aquae additione in pulverem convertitur subtilissimum, acidi autem aërei nihil suscipere valet, nisi aquam prius imbiberit. Eam itaque ob caussam durescunt Ferrumina Caementorum, quod aqua primum sint madefacta, et deinde aëri exposita acidum aëreum ex atmosphaera absorbeant.

Quia vero nonnunquam, recollectis licet omnibus partibus calcinatione disperditis, pulverea tamen manet corporis forma, si nempe interea ita disjunctae fuerint ejusdem particulae, ut extra sphaeram mutuae attractionis subsistant, proindeque non coalescere possint,

et e contrario interdum evenit, ut abactis partibus volatilibus firmior evadat nexus corporis (cujus exemplum nobis offert *Argilla*), satis intelligitur, neque formam pulveream corpori datam, neque partium volatilium expulsionem factam seorsim indicio calcinationis peractae sufficere.

§. 7.

Tertia Calcinationis species.

Per *Calces metallicas* Chemici intellexerunt corpora substantiis terreis vel vitreis simillima, a metallis, nitore, densitate et tenacitate privatis orta. Ex analogia vero Salium vel Lapidum calcinatorum concluserunt, corpora quoque metallica sub calcinatione materiae quadam subtili orbari, quam antea variis nominibus appellaverunt, post Stahlium vero *Phlogiston* s. *principium inflammabile* ad recentissimos usque omnes fere dixerunt. Itaque eo magis mirandum ipsis fuit, metalla calcinationi subjecta pondere non tantum non decrescere, sed e contrario notabiliter increscere, neque id solum in igne vulgari evenire, ubi ex substantiis heterogeneis immixtis augmentum ponderis interpretandum fuisset, sed etiam in foco radiorum solarium vitri vel speculi caustici ope collectorum, ubi nullius materiae visibilis additamentum occurrit. Proinde nonnulli opinati sunt, gravem esse ipsum ignem, qui per calcinationem in metallo accumuletur: aliis probabilius fuit, *phlogiston* ab omnibus corporibus cognitis eo discerni, quod gravitate negativa polleat, ideoque substantias secum conjunctas leviores faciat: pauci denique incrementum ponderis ex aëre ambiente, quem sub calcinatione imbibant metalla, derivandum esse asseruerunt.

Dubiae itaque fuerunt hujus phaenomeni interpretationes, usquedum per experimenta recentiorum Chemicorum, et maxime quidem per indefessam operam illustris Lavoisier evinceretur, metalla non calcinari, nisi cum ipsa aëris puri s. respirabilis substantia jungantur. Observatum nimirum est: 1:o quod per ignem solum nullum metallum calcinari possit, nisi simul adfuerit aër respirabilis. 2:o Quod limitata sit quantitas metalli, quae in data aëris copia, vasis clausa, ignis ope calcinari possit, adeo ut datam servet proportionem respectu quantitatis aëris. 3:o Quod aër post peractam calcinationem residuus et volumine et pondere diminutus sit, atque ad respirationem animalem minus aptus. 4:o Quod metallum calcinatum pondere tantum accreverit, quantum decreverit aër. 5:o Quod e nonnullis metallis calcinatis ignis vehementioris ope expelli queat aër majori gradu respirabilis, et denique 6:o quod eae calces metallicae, ex quibus ignis omnem sub calcinatione absorptum aërem extricare potest, hoc facto et densitatem et omnes metalli integri proprietates recipiant.

Nullum itaque est dubium, quin sub calcinatione per ignis vim metallum cum aëre ita copuletur, ut ex binis hisce corporibus formetur massa homogenea friabilis, qualem per calcinationem *tertiae specici* oriundam esse diximus. Eadem est compositio calcium metallicarum, quae aliis subministrantibus corporibus formantur, nisi quod proportione materiae aëreae nonnunquam varient, vel quod peregrinae substantiae aliae sese simul immisceant. Si quae per *detonationem* nitri ope calcinantur metalla, ex acido nitri decomposito basin aëris puri arripiunt; et quae *via humida* menstruorum ope in calces convertuntur, eandem

aëris substantiam interdum ex aqua, interdum e menstruis acidis, interdum ex ipso aëre atmosphaerico promunt. Idem valet de calcinationibus metallorum *caementatione* s. per vapores aliorum corporum perficiendis.

§. 8.

Quarta Calcinationis species.

Ubi corpus calcinandum plures continet partes diversae indolis, saepius evenit, ut aliae per ignem non expellantur nisi aliae incrementum ex aëre capiant, sic vero succedat calcinatio, quam *compositam* appellavimus. Hujus unum exemplum adferimus inter Metallurgos notissimum, *Tostionis* scil. minerarum metallicarum, quae praeter fixiores partes metallicas Sulphur fovent, sollicite separandum antequam purum eliquari fossit metallum. Sulphur cum metallis consociatum adeo tenaciter ipsis adhaeret, ut sola ignis vi, saltem qua totam quantitatem, expelli nequeat. Ast quia longe interdum infirmior est vis, qua calces metallicas attrahit sulphur, succedit hujus separatio, si ita temperetur ignis, ut metallo calcinando aptus sit atque aëris accessum admittat. Hinc in torrendis metallis sulphure mineralisatis eam curam adhibent Metallurgi, ut diutinus et lentus sit ignis gradus, mineraque saepius convertendo tractetur, quo ipsam ex omni parte tangat aër.

Ad calcinationes quoque referri solent *tostiones* et *incinerationes* corporum organicorum, quorum partes constitutivae et numerosiores esse solent quam corporum Regni mineralis, et eam ob caussam cognitu difficiliores, quod pluribus mutationibus sint obnoxiae. Harum partium quae ignis vi in vapores convertuntur, saepissime adeo simul qua naturam mutantur, ut cum reliquis vix iterum conjungi, saltem non in integrum restitui possint. *Tostio* itaque corporum animalium et vegetabilium, qua, praeter carbonem friabilem igne non volatilem, omnes fere dissipantur partes, eo differt a *secunda calcinationis specie*, quod magis implicita sit operatio, neque veram corporis compositionem detegat. Si vero, admisso aëre, carbo uratur, totus paullatim cum materia aëris junctus aëream suscipit formam, remanentibus non nisi terreis quibusdam partibus et salibus fixis communi *cinerum* nomine notis, quae partes carboni puro essentiales non sunt. Licet itaque *incineratio* carbonum cum calcinationibus metallorum in eo conveniat, quod substantia aëris in utroque casu cum corpore combinetur, illa tamen ad *tertiam calcinationis speciem* nequaquam referri potest, quia compositum non comparet sub forma calcis. Idem valet de aliis corporibus inflammabilibus, quae in aëre combusta, hujus quidem partem absorbent et secum jungunt, pulverea tamen non sistunt composita.

§. 9.

Conclusio.

Ex allatis praecipuorum calcinationis phaenomenorum exemplis clarius patescit ineptam omnino esse appellationem calcinationis sensu latiore sumtae; siquidem praeter mutationem formae externae corporum, quae inter criteria chemica certe infimum locum occupat,

non tantum nulla ejusdem nota alia afferri possit, sed etiam vaga haec sit et incerta, quia non omnes operationes, quibus solidior corporum forma cum friabili commutatur, calcinationis nomine unquam usu venerint. Itaque ne nimia latitudine significationis vacillet notio menti infigenda, aptissima videtur esse hujus operationis definitio, quae nonnisi certam ejusdem speciem complectitur. Igitur *secundam* potissimum *speciem* in §:pho 6:ta memoratam *calcinationem* proprie nominandam esse censemus. Svadet hoc tam antiquiorum Chemicorum, qui in describenda calcinatione semper fere subintellexerunt partes corporum volatiles abigendas, quam Illustrium nostri temporis quorundam Chemicorum auctoritas, qui de perspicuitate scientiae concilianda solliciti ab eadem hac calcinatione, proprie ipsis quoque sic dicta, novo nomine *oxidationis* distinxerunt calcinationes metallicas; et metalla per ipsam mutata non *calces* sed *oxida*, utpote acidis maxime analoga, appellaverunt. Nobis vero non vacat plura, quae huc pertineant, phaenomena fusius disquirere.

IX.

De natura metallorum *).

Pars prior.

§. I.

Veterum de Metallis opiniones.

Historia abunde testatur, primaevos terrarum incolas metalla novisse, atque ad varios usus aptare scivisse, immo antiquissimas quoque gentes, cognitis metallorum proprietatibus, eadem, uti alias quoque res admiratione dignas vel inter Deos retulisse, vel mutuatis Deorum rerumve caelestium nominibus appellavisse. Itaque cum septem innotescerent metalla, et totidem sidera prae ceteris fulgentia in caelo conspicerentur, sacratas easdem denominationes utraque sortita sunt. Inde evenisse videtur, quod tempore Alchymistarum, sive aevo, cui non immerito cognomen Barbari additur, ubi in superstitiosa antiquitatis admiratione summa ponebatur eruditio, tantus esse tamque perpetuus siderum in singula corpora terrestria influxus crederetur, ut metalli etiam cujusvis et generatio et natura quam maxime a planeta cognomini dependeret. Sed non est quod obscuri aevi commenta moremur, quae nullam prae se ferunt veritatis speciem. Eas potius breviter commemorabimus hypotheses de metallorum natura, quas, renascentibus saeculo praeterlapso litteris, experimentis et observationibus tam propriis quam praedecessorum innixi, sibi adoptarunt vel formaverunt cultores Chemiae celebres. Hi plurimas corporum proprietates, ubi alia non exstabat interpretandi via, derivandas esse putaverunt ex natura *principiorum chemicorum*, sive substantiarum longe simpliciorum, quae solitariae sensibus nunquam obveniant, in materia vero sensibili abundantes suam prodant indolem. Metalla itaque, quod et maximam cognationem cum corporibus inflammabilibus habere viderentur, et omnia igne liquescerent, e duobus principiis generatim composita esse censuerunt, *sulphure* nempe *elementari*, in quo caussa omnis inflammabilitatis

*) Dissertatio chemica de natura metallorum. I et II. Aboae MDCCXCII.

sita esset, atque *Mercurio*, quem cognomine *philosophici* a mercurio vulgari s. hydrargyro distinxerunt, a quo omnium corporum fluiditas originem duceret. Quia vero hae substantiae nullibi nudae prostiterunt, mirum non est, de natura earundem explicanda inter se dissensisse Chemicos. Maximam quidem in *mercurio* cognoscendo curam adhibuerunt, eo scilicet tempore adhuc in metallis producendis atque transmutandis assidue laborantes. Hujus ope omnia corpora in metalla converti posse utplurimum putaverunt: in hoc quoque caussam malleabilitatis, aliarumque, quibus eminent metalla, proprietatum latere, nemini dubium fuit. Alii itaque mercurium ut ponderosissimam materiam consideraverunt, alii ut fluidissimam, mobilissimam, immo maxime elasticam et volatilem, alii alias, nescio quas, miras ipsi adjudicarunt proprietates, quae etiamsi sibi mutuo contrariae viderentur, in uno tamen hocce corpore inveniri a multis credebantur. Immo acutissimus J. J. Beccherus, cujus infatigabili industriae et assiduae naturae contemplationi acceptos retulerunt posteriores Chemici festinatos scientiae progressus, obscuritatis notam vitare non potuit. Tandem vero illustris inter Chemicos G. E. Stahlius, eo semper admirandus, quod primus altissime mentibus Chemicorum infixam alchymisticam stultitiam frenaverit a), et solida posuerit scientiae fundamenta, cum perspiceret, analysin metallorum longe difficilioris esse indaginis, quam ut vel solertissima ingenia eandem adhuc assequi possent, in iis potissimum phaenomenis metallorum producendis pervestigandisque egregio studio occupatus fuit, quibus cogerentur mutationes suas indagatoris sensibus offerre. Hic itaque cum cognovisset, metalla cum corporibus inflammabilibus apprime convenire, et inflammabilem naturam, quae varia ratione omnibus adimi possit, ex uno metallo in alterum, e corporibus non metallicis ad metallica, et ex his itidem ad alia non raro transferri, pro evicto habuit, omnem inflammabilitatem substantiae cuidam subtilissimae, quam *phlogiston* appellavit, tribuendam esse. Phlogiston propterea in omnibus metallis latere statuit; metalla vero praeterea componi ex partibus crassioris naturae, quae, exemto phlogisto, sub terrea forma compareant, ipsae tamen qua compositionem ignotae sint.

Adeo posterioribus Chemicis placuit et ordo, quem in phaenomenis examinandis adhibuit Stahlius, et solertia in experimentis instituendis, et sagacitas atque prudentia in iisdem examinandis conclusionibusque desumendis, ut omnes theoriam ejus adoptarent atque defenderent, licet de forma ipsius phlogisti nonnihil interdum variaverint opiniones. Recentissimis vero annis, novorum inventorum feracissimis, de reformata jam magna scientiae chemicae parte multi gloriantur, plures porro eandem reformandam urgent, atque, quam modo laudavimus, deserendam esse de phlogisto doctrinam, utpote non tantum non omnibus phaenomenis corporum inflammabilium explicandis sufficientem, sed prorsus etiam inutilem. Usque adeo quoque per phaenomena antea improvisa increvit cognitio Metallorum, ut novam eorum theoria obtinuerit faciem, neque tamen eandem omnibus aeque commendabilem. Nos vero, et propriae exercitationis, et Tuae, C. L. si prospere cesserint conatus, commoditatis gratia, hanc Chemiae partem disquirendam suscipientes, eam nobis petimus veniam, ut, missis hypothesibus aliorum, sive nondum stabilitis opinionibus, phaenomena tantum, quae nemini dubia esse speramus, enumeremus, et conclusiones sponte quasi ex illis resultantes deducamus.

---

a) *Opusc. Chymico Physico Medicum.*

§. II.

Characteres Metallorum externi.

Malleabilitatem in praecipuis *metallorum* criteriis posuerunt antiquiores Chemici, et propterea corpora posterius detecta, quae, praeterquam quod malleo non cederent omnibus metallorum proprietatibus gaudere videbantur, nomine *semimetallorum* distinxerunt. Recentiores vero hanc distinctionem negligendam esse putaverunt, tum quia nota Malleabilitatis valde interdum sit incerta, tum quia diversitates longe majoris momenti etiam inter malleabilia metalla obtineant. Itaque nos etiam per *metalla* generatim intelligimus corpora inflammabilia, omnium densissima, opacissima et nitidissima, quae in frigore solida sunt, in sufficiente vero ignis gradu liquescunt, tandemque evaporant.

Inflammabilia non ea tantum dicuntur, quae accensa flammam concipiunt, sed etiam, quae sine flamma ignem sibi communicatum alere valent. Metallorum plurima vivida flamma ardent, ubi in aëre libero sufficienter fuerint calefacta. Et licet pauca eorundem, ab omni inquinamento peregrino depurata, nonnisi perobscura vel dubia edant inflammationis signa, nullum tamen est, quod non cum aliis metallis conjunctum, et ipsum igni alendo inserviat. Propterea non immerito omnia in classem corporum inflammabilium adnumerantur.

Densitate adeo praecellunt metalla, ut cum omnium reliquorum corporum nullum fere aquam voluminis aequalis quater pondere superet, metallorum vel levissimum plusquam sexies aqua ponderosius sit. A densa partium compage etiam derivanda esse videtur *opacitas* et peculiaris *nitor*, quo conspicua sunt metalla.

Admodum quidem inaequalibus ignis gradibus *liquescunt* diversa metalla; omnia tamen corpora, quae ad formam metallicam suscipiendam cogi potuerunt in vehementi saltem igne, non modo liquida fieri sed in vapores etiam elasticos resolvi, deprehensa sunt. Quo vero characteres jam memorati clarius patescant, singula metalla, subjunctis brevibus descriptionibus, enumerabimus, reliquas deinceps proprietates generatim exposituri.

I. Platinum omnium metallorum densissimum est, et gravitatem specificam habet $= 20 \cdot\cdot 24$; posita gravitate specifica aquae $= 1$. Colore nitet argenteo. Malleo facile obedit, et egregie extenditur. Firmitate Cupro cedit a), duritie vero et elasticitate superat. Difficillime, et vix quidem in focis maximorum vitrorum causticorum liquescit; in igne vero, ope aëris vitalis purissimi ad summum gradum aucto, funditur, evaporat, et obscura interdum exhibet ustionis signa.

II. Aurum (antiquis *Sol* appellatum) cognoscitur ex gravitate specifica $= 19, 3 \cdot\cdot 19, 6$, et colore nitidissimo flavo. Malleabile est et prae omnibus metallis maxime extensile. Firmitate Argento secundum. Duritie et elasticitate Stannum superat. Cupro facilius liquescit, in igne videlicet 700 circiter graduum thermometri Celsiani. Liquefactum colore viridi conspi-

a) Firmitates diversarum metallorum, seu vires, quas in fila datae crassitiei deducta sustinent, antequam rumpantur, non aequaliter ab omnibus Physicis aestimatas esse invenimus. Nos auctoritatem secuti sumus Generosissimi Comitis von Sickingen, qui, in opere *de Platino*, sua descripsit experimenta, atque cautiones quibus omnes errores vitare studuit.

citur; refrigeratum pristina fulget facie. In focis ardentissimis totum evaporat, et exigua interdum prodit combustionis signa.

III. Hydrargyrum (s. *Mercurius*) liquidum gaudet gravitate specifica = 13, 6 · · 14, 1, et colore argenteo parum obscuriore. Solidum malleo obedit. Soliditatem acquirit in temperatura — 40 graduum. In calore 350 graduum ebullit et evaporat. Officit volatilitas, quominus flamma ardeat. Lentiori tamen igni et aëri expositum successu temporis comburitur.

IV. Plumbum (s. *Saturnus*). Grav. spec. = 11, 4 · · 11, 5. Colorem habet coerulescentem. Nitorem in aëre perdit. Malleabile et mollissimum est. Firmitate et elasticitate omnibus metallis inferius. In gradu ignis 300:mo liquescit. In superioribus gradibus fumos eructat et partim evaporat, partim comburitur. In vehementissimo igne, flamma alba coerulescente ardet.

V. Argentum (s. *Luna*). Grav. spec. = 10, 5 · · 10, 6. Candidissimum metallum. Malleabilitate et ductilitate Auro proximum: firmitate Platino: duritie et elasticitate Cupro. Liquescit in igne 540 graduum. In vehementissimo ebullit et evaporat, absque flammae vestigio sensibili.

VI. Bismuthum. Grav. spec. = 9, 7 · · 9, 8. Colore gaudet fere argenteo, nonnihil flavente. Fragile; parum sonorum. Liquescit in 250:mo ignis gradu: in superiore temperatura fumat, evaporat et comburitur. Vehementissimo igni expositum cum lucida flamma ardet.

VII. Cuprum (s. *Venus*). Grav. spec. = 7, 8 · · 9, 5. Rubrum metallum. In aëre obscuratur, et nitorem paullatim perdit. Ferro malleabilius: Platino firmius, sed minus durum et elasticum. In igne coloribus iridis primum ornatur: in temperatura 790 graduum funditur. Fusum in superiore igne evaporat, et flamma viridi ardet.

VIII. Niccolum. Grav. spec. = 7, 8 · · 9, 0. Flavum rubens est. Malleo parum cedit, frangitur. In igne difficile funditur; facilius vero comburitur.

IX. Arsenicum. Grav. spec. = 8, 3. Coloris est plumbei, qui in aëre nigrescit, pereunte nitore. Fragile, sonorum et Cupro durius. In igne 400 graduum liquescit. Flamma ardet coerulescente, a spissis fumis obscurata, et Allium simul olet.

X. Ferrum (s. *Mars*). Grav. spec. = 7, 6 · · 8, 0. Subcoerulescens. Malleabilitate Cupro inferius. Firmitate et elasticitate omnia metalla vincit. Superficies calefacta iridis coloribus variegatur. In temperatura 870 graduum funditur. In foco vehementioris ignis flammam exhibet, frequentesque evomit scintillas igneas.

XI. Cobaltum. Grav. spec. 7, 5 · · 7, 8. Chalybem colore et fractura refert. Nitorem in aëre perdit. Duritie gaudet Antimonii. Fragile est. Liquescit in eodem fere ignis gradu ac Cuprum. In vehementissimo igne evaporat et inflammatur. Flamma coerulea est vel amethystina, igneis scintillulis conspersa.

XII. Stannum (s. *Jupiter*). Grav. spec. = 7, 1 · · 7, 3. Colorem habet album argentei aemulum, in aëre parum mutabilem. Plumbo malleabilius, tenacius et durius. In 210:mo ignis gradu liquescit, in vehementiore fumos et flammam viridem emittit.

XIII. Zincum. Grav. spec. = 6, 9 · · 7, 2. Coloris est albi coerulescentis. Malleo non nihil cedit, antequam frangitur. Cupro durius. In ignis gradu 370:mo liquescit, deinde evaporat. Ignitum facile flammam concipit, variis coloribus pulcherrime lucentem.

XIV. Magnesium. Grav. spec. = 6, 8 · · 7, 5. Colore griseo. Fragillimum. Ferro durius. In igne difficillime liquescit. In foco vehementissimi ignis inflammatur.

XV. Antimonium. Grav. spec. = 6, 7 · · 6, 9. Stannei fere coloris. Fragillimum saepius; interdum malleo parum cedit. Liquescit in igne 430 graduum, in fortiore evaporat; tandemque accenditur et flamma albida ardet.

Praeter haec jampridem cognita, nuper alia detecta sunt corpora, quorum proprietates novas prodere videntur metallorum species. Haec sunt:

Wolframium, aliis *Tungstenum*, aliis *Scheélium* appellatum, cujus primam descriptionem dedit Celeberr. d'Elhyar, eidemque gravitatem specificam = 17, 6 assignavit. Celeberr. vero Ruprecht aliique idem nonnisi 6. 8: ies aquam superare perhibent. Colore prostat obscure fusco, fere chalybeo. Fragillimum est, et in igne difficillime liquescit; facile vero comburitur.

Molybdenum, a Clariss. Hjelm diligenter examinatum. Aquam circiter 7:ies pondere superat. Griseum est, durum et fragile, difficillimeque liquescit.

Uranium a Celeberr. Klaproth detectum. Grav. spec. = 6, 4. Colore rubente. Cohaerentia laxiore. In igne vix liquescit.

Characteres, quos adduximus, metallorum externi interdum plus minusve variabiles sunt. Sic gravitas specifica metalli malleo compacti major est gravitate ejusdem metalli post fusionem tantum refrigerati: et quo citius refrigescit metallum calefactum, eo minorem obtinet et densitatem et tenacitatem. Metalla ductilia dum prope punctum liquescentiae calefacta sunt, fragilia esse solent. Et sic porro.

§. III.

Metalla secum invicem misceri possunt.

Si varietatem consideramus corporum, quibus metalla vel naturaliter immixta esse reperiuntur, vel quibuscum artis ope conjunguntur, nullum fere adeo metallis inimicum esse videtur, quin arcto vinculo cum iisdem sociari possit. Si vero simul formam respicimus quam in corpore composito habent metalla, nonnisi paucas invenimus substantias, quibuscum, salva sua indole metallica, colligantur et intime miscentur. Harum itaque cum metallis connubia breviter percensebimus, antequam ad mutationem formae metallicae examinandam progredimur.

Dudum innotuit, plura metalla liquefacta et commixta in unum coire corpus homogeneum, nitore ceterisque proprietatibus metalli praeditum, quod *compositionem metallicam* vulgo nominant: et quamvis non omnia metalla cum omnibus utcunque coaleant, nullum tamen esse, quod non cum multis consociari possit. Observatum insuper est:

1:o Nonnulla metalla in omni proportione facile conjungi. Sic metallum semper homogeneum producitur ex confusis Auro, Argento, Cupro etc. quacunque fumantur singula quantitate. Alia vero non ultra datas proportiones combinari. Sic Ferrum et Stannum, pro di-

versa proportione vel unum vel duos reddunt regulos. Scilicet in unum coalescunt, si aut Ferri pondus non superat vigesimam secundam partem ponderis Stanni, aut si Stannum dimidiam Ferri quantitatem non excedit. Alias vero duarum miscelarum altera Stannum continet vigesima secunda Ferri parte saturatum, altera Ferrum dimidia vel minore Stanni portione junctum a). Et alia vix coire, saltem nonnisi quantitate admodum exigua in se invicem penetrare. Ex. gr. Plumbum cum Ferro fusum; Argentum cum Cobalto; Bismuthum cum Zinco, etc.

2:o Malleabilitatem et duritiem metalli compositi saepissime abludere a conditionibus singulorum componentium metallorum. Sic duo metalla, quae admodum diversis ignis gradibus liquescunt, compositum sistere solent utroque durius et fragilius. Ex gr. fragillima sunt metalla, quae ex mixtura Stanni cum Auro, Cupro etc. prodeunt. Variat tamen indoles metalli mixti pro diversis singulorum quantitatibus, adeo ut metallum ex duobus datis metallis compositum interdum valde fragile, interdum utroque tenacius et ductilius evadat. Ex. gr. quod ex Cupro et Zinco, certa proportione conjunctis, oritur, Aurichalci nomine notum egregie malleo cedit. Si vero gradus ignis, quo liquescunt duo metalla, non multum distant, adeo variare videtur habitus, quem conjuncta induunt, ut regula generali definiri non possit. Interdum enim fragile metallum ex duobus ductilibus producitur, interdum ex fragilibus composita oriuntur, quae malleo tractari haud recusant.

3:o Densitatem metalli compositi generatim quidem mediam esse inter densitates singulorum simplicium, raro autem adeo exacte cum his convenire, ut ex cognitis gravitatibus specificis atque proportione miscendorum, per regulas hydrostaticas eodem calculo inveniri possit gravitas specifica mixti, ac si mechanice sibi mutuo adjuncta fuissent metalla. Saepissime gravitas specifica aut major aut minor est illa, quam computatio indicet, immo eo usque nonnunquam abludit, ut metallum compositum densitate superet densissimum eorem ex quibus coaluit. Sic secundum experimenta Celeberr. Gellert, qui in hisce phaenomenis indagandis egregiam operam collocavit b), amalgama Argenti, Hydrargyro puro injectum, fundum vasis mox petit. Quia in omni solutione chemica, quantum hucusque experiri licuit, diminutio voluminis per mutuam corporum penetrationem evenit, dubitari vix potest, quin metalla etiam liquefacta, cum intime mixta fuerint, minus occupent spatium quam antea. Itaque quod metallum compositum interdum magis expansum invenitur, quam per partes ante conjunctionem fuerat, ex mutata per congelationem structura interna derivandum esse videtur. Notum enim est, simpliciora quoque corpora congelatione intumescere.

4:o Magis liquabile esse metallum compositum quam metalla componentia, h. e. minorem caloris gradum liquefactioni metalli compositi sufficere quam qui ex cognitis gradibus, quibus singula metalla seorsim liquescunt, praesumi queat. Artifices quidem, in ferruminibus metallorum parandis exercitati, dudum noverunt metallum ex duobus simplicibus conflatum utroque non raro liquabilius esse: has vero proprietates experimentis accuratissimis atque calculo subducto cum investigaret summus Newtonus, invenit plura metalla facillime lique-

---

a) Bergman, *Opusc. Phys. et Chem. Vol. III.*

b) *Anfangsgründe zur Metallurgischen Chemie.*

scere, ubi in data proportione mixta sint, atque difficilius igni semper cedere metallum compositum, utcunque haec proportio mutetur, sive augeatur quantitas ejus metalli, quod seorsim facilius funditur, sive ejus, quod majorem ignis gradum sustinet a).

§. IV.

Metalla cum Sulphuribus sociari possunt.

Neminem fugit *Sulphur* proprie sic dictum plerisque metallis natura adnatum atque intime immixtum esse atque arte etiam cum omnibus fere combinari posse. Platinum quidem, Aurum atque Zincum, si satis pura sint, directe cum sulphure non coëunt, neque tamen hujus connubium recusant, si additum fuerit aliud metallum et ipsis et sulphuri amicum. Sic ex. gr. ex Auro, Ferro et Sulphure componitur corpus homogeneum.

In hisce compositis color metalli utplurimum variat; nitor vero quodammodo servatur. Gravitas spefifica parum discrepat a gravitate metallis propria; et malleabilitas quoque interdum metallis sulphure mineralisatis competit. Metalla quae vehementiorem ignem sustinent antequam liquescunt, ut Ferrum, Cuprum etc. per sulphuris connubium liquabiliora fiunt, quae vero solitaria facile liquescunt, ut Stannum, Plumbum etc. si sulphuri uniantur, magis refractaria evadunt. Rarissime quidem sulphur, solius ignis ope, totum quantum e connubio metalli extricari potest, saepius vero metallum cum sulphure sociatum simul in vapores resolvitur. Quamvis itaque fortiter a plurimis metallis attrahatur sulphur, distinctis tamen gradibus differre attractiones diversorum metallorum, ex mutua eorundem praecipitatione satis apparet. Sic Arsenicum e sulphure separatur addito Cupro, quod majore vi sulphuris societatem appetit. Similiter addito Antimonio extricatur Hydrargyrum, illud Bismutho, hoc denique Argento. Sic quoque Argentum, Plumbum, Stannum, Cuprum ordine se mutuo excipiunt; et Ferrum, quod sulphuri maxime amicum esse videtur, omnia fere alia metalla sulphuris vinculis liberare valet.

Reliqua etiam corpora inflammabilia, quibus itidem nomen Sulphuris, sensu latiore, tributum est, quia per combustionem in corpora acida mutantur, qualia sunt *Phosphorus* et *Carbo*, cum metallis conjungi possunt: etiamsi nimia phosphori inflammabilitas et volatilitas, atque refractaria carbonum indoles qua igni resistunt, difficilem faciant cum metallis combinationem. Nihilo minus tamen jam ab Hombergio memoratum invenimus, quod *phosphorus* ab Hydrargyro suscipiatur, et speciem amalgamatis praebeat b). Etiam illustris Marggraff detexit plura metalla, et Zincum praecipue cum phosphoro sociari posse c). Immo a recentioribus Chemicis, et maxime industria Clariss. Pelletier patefactum est, plurima metalla, quae vel maxime igni resistunt, salvis proprietatibus metallicis, phosphoro uniri posse d). Quid,

---

a) *Philosoph. Transact.* 1701.

b) *Mem. de l'Acad. de Paris.* 1692.

c) *Chymische Schriften. I Theil.*

d) *Mem. de l'Acad. de Paris* 1788.

quod jam extra omne dubium positum est, Ferrum utique partem phosphori in sinu fovere posse, atque eo ipso vitium fragilitatis frigidae contrahere.

Ad *carbonem* cum metallis conjungendum nondum quidem novimus experimenta curate instituta esse: attamen ex tentaminibus eorum, qui naturam diversarum Ferri specierum investigarunt, satis notum est, carbonis materiam cum Ferro conjungi posse, eidemque et majorem liquabilitatem et reliquas proprietates conciliare, quibus a ferro puro distinguitur Ferrum fusum vel Chalybs.

§. V.

Metalla obsistunt unioni cum Terris et Salibus.

Antiquissima Chemicorum regula: *similia similibus quadrare*, quam pro fundamento omnis compositionis nonnulli habuerunt, phaenomenis liquationum metallicarum, si non ortum duxit, tamen egregie corroborata fuit. Longe enim antequam scientiae formam acquireret Chemia, notissimum fuit, metalla secum invicem liquescendo misceri posse, immo eadem connubium sulphuris non detrectare, cum corporibus vero neque metallica neque inflammabili natura dotatis vix ac ne vix quidem per ignis vim conjungi. In omnibus namque operationibus metallurgicis, ubi et metalla et lapides uno igne liquescerent, sponte quasi sua, illa ab hisce secerni videbantur. Lapides enim fusi sub forma vitri vel scoriarum, ob specificam levitatem, superiorem partem massae liquidae semper occuparunt, et nihil fere cum graviore metallo cohaeserunt. Similis experientia Metallurgos dudum edocuit, neque salia cum metallis confusa arcto ligari vinculo.

Via humida quoque, a menstruis scilicet salinis, quae liquidam formam habent ab aqua immixta, suscipi non possunt metalla, si vel subtilissime pulverata sint, modo proprietatum metallicarum, ex aliis caussis simul agentibus, nulla fiat mutatio. Sed quoniam metalla omnia in aliam naturam converti possunt, quo facto, tam sicca quam humida via cum terris salibusve conjunguntur, ne per hasce solutiones decipiamur, paucis inquirere juvat, quomodo talis mutatio succedat.

§. VI.

Metalla cum aëris vitalis basi conjungi possunt.

Ex multiplici experientia notum est aërem atmosphaericum vulgarem e duabus substantiis aëreis natura diversis compositum esse. Harum altera, quartam circiter totius partem efficiens, tam respirationi animalium, quam inflammationi corporum combustibilium inservit, atque *aëris vitalis*, vel *aëris empyrealis*, vel *aëris puri*, vel *gasis oxigenii*, et etiamnum a nonnullis *aëris dephlogisticati* nomine ab omnibus aliis aëris speciebus distinguitur. Altera, cujus in aëre vulgari triplo major est quantitas, iisdem operationibus sola non convenit, sed animalia respirantia enecat flammamque extingvit, et propterea cognomine *azotici* s.

vitiati, et pridem quoque *phlogisticati* appellata est. Et haec quidem corpora nonnisi eatenus *aëris species* sive *gasa* appellantur, quatenus fluiditate elastica gaudent: quod si vero elasticitate privata esse inveniuntur, jam *bases aëris* vocari solent, ne ambigua sit vocis aëris significatio. Itaque corpus quodcunque sive solidum sive liquidum, quod aërem absorpsit, cum basi tantum ipsius combinatum esse dicitur, licet universam massam, omneve pondus aëris secum conjunxerit.

Plurima metalla sufficienter calefacta, atque aëri simul contigua, et formam metallicam perdere, et pondere crescere, diu expertum fuit. Novum vero quod sic prodit corpus, quodque *calcem metallicam* s. *oxidum* vocant, basin aëris vitalis secum sociatam habere nuper demum extra omnem dubitationis aleam positum est. Sed cum in dissertatione *de Theoria Calcinationis*, modo edita, phaenomena, quibus haec innititur veritas, luculenter exposita esse putemus, eadem jam repetere non vacat. Itaque sequentes tantummodo subjungimus observationes, quae diversorum metallorum naturam propius tangunt. 1:o. Omnia metalla, quae evidenter inflammari possunt, aërem vitalem elasticitate privare valent, et basin quoque ejusdem forma solida secum conjungere. Nonnulla quidem tantum substantiae aëreae absorbent, ut decima sui ponderis parte augeantur, alia 8:va, alia 4:ta, immo 3:tia sui parte increscunt. Haec metalla *ignobilia* appellata sunt, quia nitorem et densitatem in igne aperto servare nequeunt, sed in calces sive oxida convertuntur. 2:o. Horum nonnulla majorem aëris quantitatem ex atmosphaera, in inferiore ignis gradu absorbent, quam cui in vehementiori igne retinendae sufficiunt. Hinc evenit, quod per ignem interdum ex calce metallica extricari possit aër vitalis, remanente tamen metallo calciformi, sed minori aëris basis quantitati juncto. Sic ex. gr. e calcibus Plumbi et Magnesii magna aëris copia per ignem expellitur. 3:o. Tria metalla, Platinum, Aurum et Argentum, quae *nobilia* audiunt, vix ullo ignis gradu tentata formam metallicam mutant. Si vero per alias operationes, decompositis nempe corporibus basin aëris vitalis continentibus, calciformia facta sint; facile iterum sola ignis vi in integrum restituuntur, expulso scilicet omni aëre. 4:o. Hydrargyrum medium esse censetur inter nobilia et ignobilia metallum, quod et in dato ignis gradu aërem vitalem absorbeat totumque calcinetur, et magis deinde ignitum, missa iterum aëris substantia, pristinas recuperet proprietates metallicas.

Hinc patet omnia quidem metalla cum basi aëris vitalis societatem inire, nobilia vero ab ignobilibus in eo discrepare, quod eandem et aegrius contrahant et promptius remittant. Mirum equidem esse videtur, aëris vitalis basin unicam esse substantiam, quae cum metallis conjuncta, metallicis proprietatibus eadem privare valet. Certe per hucusque detecta phenomena non constat eandem vim ulli alii corpori competere. Fateri quidem oportet, aërem vitalem ex calcibus metallorum expulsum raro adeo purum haberi, quin aliquam etiam aëris azotici partem aliasque substantias sibi immixtas contineat. Sed quamvis hae in metallicis calcibus saepissime adesse deprehendantur, nullo tamen hucusque evictum est experimento, easdem sine aëris vitalis additamento cum metallis copulari posse: saltem nondum probabile est, metalla sic quoque calcis formam contrahere.

§. VII.

Metalla cum basi aëris vitalis juncta propius ad naturam Terrarum et Salium accedunt.

Calces s. *oxida* metallorum non externa tantum forma, gravitate et cohaerentia partium a metallis differunt, sed cetero etiam habitu attractionibusque instar terrarum vel salium apparent. In igne enim, sive liquescant, sive pulveris formam servent, sive fixae sint. sive volatiles, cum metallis tamen integris nunquam coëunt; cum salibus vero et terris liquefactis facile conjunguntur et composita praebent vitrea. Nonnullae quoque liquabiles reddunt terras, quae solitariae igni resistunt, proptereaque adhiberi solent in operationibus metallurgicis atque docimasticis, ubi lapides refractarii fundendi sunt. Via humida etiam a menstruis salinis non tantum facile ut plurimum solvuntur, sed salia quoque media interdum cum acidis, interdum cum alkalibus formant.

Differentibus inter se attractionibus a salibus suscipiuntur calces metallicae, tam respectu diversorum metallorum, quam potissimum respectu graduum calcinationis. Plurima namque metalla, licet praecipuas metalli proprietates perdant, ubi exiguam aëris vitalis quantitatem absorpserint, longe tamen majorem ejusdem copiam secum ligare valent; quo ipso longius a natura metalli recedunt. Nonnulla quidem terris insolubilibus simillima fiunt, ubi quam maxime calcinantur, alia eo usque ad naturam salium accedunt, ut ab aqua pura dissolvi queant; quin etiam omnes characteres salium simplicium acquirere videntur. Sic cum ex experimentis acutissimi Scheele admodum probabile esset Arsenicum summo gradu calcinatum omnes salis acidi proprietates accipere; alii postea, experimentis quoque innixi perhibuerunt, plura metalla simili operatione in acida converti posse. Fatemur quidem hanc rem nobis nondum prorsus indubiam videri. Quia enim nullum horum acidorum metallicorum sine addito acido muriatico parari potuit, fieri potest, ut acida calcium metallicarum indoles nonnisi inquinamento acidi muriatici tribuenda sit; quae quidem suspicio inde quoque aliquam veritatis speciem habet, quod certius constet acidum muriaticum prae ceteris maxima vi calces metallorum suscipere. Negare tamen non audemus, ex analogia salium acidorum, e corporibus inflammabilibus per absorptionem basis aëris vitalis obortorum probabilem reddi Chemicorum opinionem, quod ex metallis similiter acida generentur, atque quod causa omnis aciditatis in ipsa aëris vitalis basi quaerenda sit.

Utcunque vero haec comparata sint, generatim observamus, plurima phaenomena evincere mediam esse calcium metallicarum naturam inter corpora inflammabilia et substantias salinas. Constat namque, longe debiliore attrationis vi a menstruis salinis simpliciori-bus suscipi metallicas calces, quam salia vel terras, ex quibus neutralia salia componuntur. Inde etiam est, quod salia media metallica semper fere imperfecte saturata sint, nisi perexigua sit, respectu calcis metallicae, salis puri quantitas. In eo autem cum ipsis metallis saepius conveniunt eorundem calces, quod corpora inflammabilia non metallica secum conjungere valent, atque quod variis coloribus conspiciuntur. Terrae e contrario omnes atque

salia, in quibus nihil metallici aut inflammabilis latet, vel alba sunt, vel nullo colore conspicua, si pellucida fuerint: ubi vero aut liquescendo cum calcibus metallicis conjunguntur, aut via humida easdem dissolvunt, colores ut plurimum exhibent, et pro diversitate metalli et pro calcinationis gradu variantes.

Pars posterior.

§. I.

Phaenomena solutionis metallorum per menstrua salina.

Primo quidem intuitu contra experientiam pugnare videtur, quod in §:o V:ta Partis prioris dictum est, metalla, salva forma metallica, viribus solventibus menstruorum salinorum obsistere. Constat enim plurima metalla ab acidis suscipi et saepius cum vehementia dissolvi. Si vero indolem metalli sic soluti curate examinamus, eandem calcis metallicae esse invenimus, indeque intelligimus calcinationem semper praecedere solutioni. Cuicunque enim composito tali addatur corpus, quod majori vi, quam quae soluto metallo competit, menstruum attrahit, aëris vero vitalis basin non suscipere valet, metallica pars, quae soluta fuerat, statim separata comparet, et quidem omnibus, non metalli, sed calcis metallicae proprietatibus. Cum itaque aliunde etiam notum sit, metalla cum menstruis salinis facile sociari, ubi prius aëris vitalis basin susceperint, satis quidem patere videtur, solutiones metallorum ea tantum conditione a menstruis salinis perfici, quod ipsa menstrua aëris vitalis basin foveant adeo debiliter ligatam, ut eandem avellere possit metallum. Quo autem evidenter perspiciatur, utrum haec assertio satis firmo innitatur fundamento, necesse est et partes constitutivas nonnullorum corporum, quae inserviunt solutioni metallorum via humida peragendae, examinemus, et ipsa solutionis phaenomena perlustremus.

Primum itaque nobis sese offert *acidum nitri*, utpote notissimum et omnium fere acidorum ad metalla calcinanda efficacissimum. Hoc in statu purissimo limpidum est, liquidum et nullo colore distinctum, facile vero vi luminis solaris soliusve caloris in duas resolvitur diversae indolis partes: alteram elasticam, quae omnibus gaudet aëris vitalis proprietatibus, alteram liquidam et acidam, quae jam fulvo s. rubro colore comparet et vapores eructat fulvos. Quod sic prodit *acidum nitri fulvum* variis operationibus ulterius decomponi potest, et in duas transmutari substantias aëriformes, quarum altera itidem omnes aëris vitalis notas exhibet, altera quae *aëris nitrosi* nomine distingvi solet, acorem, quo destituta est, mox recipit, quamprimum aërem vitalem denuo contigerit, renascente scilicet acido nitri. Aërem denique nitrosum ex *aëre vitali* atque *aëre azotico* compositum esse multa evincunt tam analytica quam synthetica experimenta. Hae itaque duae aëris species vel earundem bases pro partibus acidum nitri constituentibus habendae sunt: certius saltem constat non ullam substantiam ponderis sensibilis in hoc acido constituendo ipsis adjungi. Detexit autem illustris Lavoisier aërem nitrosum componi, si in ratione 1: 2 conjungatur aër vitalis cum aëre azotico; acidum nitri fulvum, si in ratione 1: 3, atque acidum nitri purum sine colore, si in ratione 1: 4 colligentur.

Hisce cognitis, non difficile est intellectu phaenomena solutionis metallorum in acido nitri egregie convenire cum theoria calcinationis eorundum: quamprimum enim in acidum nitri purum, s. coloris expers, immittitur metallum, quod ab eodem corrodi vel dissolvi potest, vapores statim erumpunt rubentes, qui partem acidi aëris vitalis basi spoliatam esse demonstrant; eandem vero basin in metallum transiisse indicat forma calcis, quam hoc suscipit. Omnia quidem metalla, Platino et Auro exceptis, aggreditur acidum nitri, cujus pars quaedam simul pro re nata vel in acidum nitri fulvum, vel aërem nitrosum vel azoticum convertitur, secundum varios gradus virium, quibus metalla aëris vitalis basin attrahunt. Quae enim hujus substantiae avidissima sunt, eo usque acidum decomponunt, ut plane nudetur azoticus aër, ex. gr. si Zincum acido nitri immittur. Alia, ut Cuprum, aërem nitrosum integrum relinquunt. Alia, ut Hydrargyrum, eam tantum aëris vitalis partem arripiunt, quae in acido nitri quasi abundat, cui proinde fere non aliam inferunt mutationem, quam ut sortiatur formam acidi colorati volatilioris. Plurima metalla, quae, plus minusve decomposita certa acidi nitri portione, calciformia facta sunt, a parte ejusdem acidi nondum mutata facile solvuntur. Alia calces sistunt fere insolubiles.

Duo ponderosissima metalla Platinum et Aurum ab acido nitri non dissolvuntur, tum quia adeo exiguas habent attractiones ad basin aëris vitalis, ut ipsam ab acido nitri separare nequeant, tum quia debilissima est hujus acidi vis ad calces eorum dissolvendas. Hisce vero metallis sufficit menstruum ex acido nitri atque acido muriatico compositum, *aquam regis* vulgo vocant, non quidem quod laxius ibi haereat aëris vitalis basis, sed quia duae conjunctim agunt vires, altera basis aëreae, quae metalli connubium appetit, altera acidi muriatici, quod calcem metallicam fortiter attrahendo calcinationi suppetit.

Vitriolicum acidum etiam aëris vitalis basin continet, et quidem, secundum experimenta Clarissimi Berthollet, ea proportione Sulphuri junctum, ut in 100 acidi partibus 70 circiter sulphuris et 30 aëris vitalis adsint. Harum partium nexus longe est firmior, quam earum quae acidum nitri constituunt: ideoque multo difficilius per vitriolicum acidum succedunt metallorum calcinationes. Nullum fere metallum, zinco excepto, ab hoc acido puro et concentrato dissolvitur, nisi sufficiente ignis gradu et metalli attractio ad aëris vitalis basin augeatur, et hujus in acido nexus infirmetur. Has vero solutiones per decompositionem acidi vitriolici obtingere, luculenter indicat vel sulphur, quod sub operatione interdum secernitur, vel acidum sulphuris volatile, cujus partes constitutivae nonnisi minore aëris puri proportione a partibus acidum vitriolicum formantibus differre videntur.

Aquam ad metalla calcinanda multum conferre vel inde patet, quod plurima salia, quae sola metallis solvendis vix sufficiunt, admixta aqua ad solutionem perficiendam idonea fiunt. Sic omnia acida, in quibus non detecta est aëris vitalis basis, aliaque in quibus haec pars firmius ligata est, sine ulla sui jactura, juvante aqua, multa metalla in calces convertunt et dissolvunt. In omnibus vero hisce solutionibus aër inflammabilis prodire observatur (nisi forte sub operatione aërem vitalem ex atmosphaera absorbere possit metallum). Itaque duas hic progigni substantias intelligimus, alteram aëris vitalis basin, quae metallum solubile reddit, alteram aërem inflammabilem, qui elasticam formam sumsisse videtur. Harum origo non satis explicari potuit, antequam innotesceret compositio ipsius aquae. Postquam vero ex experimentis indefessi Lavoisier innotuit, 100 partes aquae ex 15 partibus aëris

inflammabilis atque 85 aëris vitalis partibus commixtis et conflagratis produci, eandemque aquae compositionem multis quoque aliis phaenomenis confirmatam esse, nullum superest dubium, quin aqua in hisce solutionibus decomponatur, et in partes suas constitutivas resolvatur. Ne vero quis putet sine sale hanc metalli calcinationem perfici non posse, exemplo sit Ferrum, quod per aquam puram in calcem converti potest, atque simul aërem inflammabilem emittit.

§. II.

Forma metallica uni metallo per alterum restituta.

Basis aëris vitalis, quae communis est omnium calcium metallicarum pars, non potest non inaequalibus viribus a diversis metallis attrahi, adeoque pro re nata ab uno metallo in alterum transferri. Et quemadmodum generatim attractionum electivarum effectus luculentissime producuntur, ubi corpora soluta sunt, sic solutioni quoque calcis metallicae in menstruo salino aliud additum metallum saepe calcinari et dissolvi observatur, altero, quod antea solutum fuerat, ablata aërea parte, in integrum restituto, atque e menstruo, quod in metallum purum nihil valet, separato. In hisce experimentis duplici quidem vi tentantur metalla, et basis aëris vitalis, quae eadem diverse attrahit, et menstrui, quod unam metalli calcem prae altera dissolvere amat. Menstrui vero solvendi vis, utpote admodum debilis, jam in censum venire non videtur, siquidem eodem ordine se mutuo praecipitant diversa metalla, in quocunque menstruo solutiones calcium peractae fuerint. Hic igitur ordo, si aeris vis sola mutationi sufficere censeatur, attractiones electivas metallorum ad aëris vitalis basin indicabit. Sic vero primum locum occupat Zincum aut Ferrum, quia haec metalla omnia fere reliqua restituere atque e solutione salina dejicere valent. Plumbum praecipitat Stannum, hoc Cuprum. Cupro Hydrargyrum nudatur, et Hydrargyro aliisque fere omnibus (exceptis Auro et Platino) e statu calciformi ad metallicum perducitur Argentum.

Nonnulla metalla nonnisi imperfecte alia soluta a menstruo separare atque restituere, aut pauca tantummodo ab omni inquinamento tam aëris basis, quam menstrui liberare valent; adeo ut eorum in serie locus nondum definitus sit. Sic compertum est metalli soluti reductionem atque praecipitationem non succedere, ubi calces utriusque metalli adhibiti avide se invicem attrahunt. Ex. gr. Aurum ab acido solutum, addito Stanno, raro sub forma metallica praecipitatur. Dejicitur autem pulvis ruber e calcibus Auri et Stanni compositus; quia tanta est harum calcium mutua attractio, ut sibi invicem jungantur, antequam omni aëris materia privetur Aurum. Praeterea cum unumquodque metallum diversis gradibus calcinari possit, attractio ejusdem ad aëris vitalis basin variat, pro varia quam fovet hujus portione. Si itaque calx metallica partem substantiae aëreae facile cedat alii metallo, partem vero tenacius retineat, patet illam per hujus metalli additionem metallicam formam non acquirere. Quod calces quoque metallorum interdum adeo avide attrahant aëris basin, ut aliis calcibus metallicam formam conciliare possint, exemplo Stanni liquide evincitur. Stannum namque ab acido muriatico solutum magnam copiam aëris vitalis absorbere posse, at-

que calces plurium metallorum, ut Hydrargyri, Arsenici, Magnesii etc. solutioni injectas in metalla convertere nuper detexit Clariss. Pelletier a).

§. III.

Reductio Metallorum.

Reduci dicuntur metalla, quoties metallica forma, qua privata fuerunt, ipsis restituitur. Quia vero haec forma metallis non detrahitur nisi cum aëris vitalis basi conjungantur, in eo necesse est consistat reductio, ut eadem aëris substantia adventitia e calcibus metallicis removeatur. Et hoc quidem fieri, ubi per ignis vim reducuntur metalla nobilia, ex iis patet, quae in §:ho 6:ta Partis prioris adducta sunt. Idem via humida obtinere, ubi metalla se invicem reducunt atque praecipitant, in §:pho praecedenti demonstravimus. Itaque restat tantum, ut eam reductionis speciem consideremus, qua mediante corpore inflammabili metallicam naturam recuperat calcinatum.

Interdum via humida succedit reductio metalli ab acido soluti, addito corpore inflammabili. Si ex. gr. phosphorus solutioni immittitur, separari non raro videmus integrum metallum, non aliter, quam ubi metalla per se invicem praecipitantur. Phosphorum autem simul observamus omnes acquirere notas salis acidi, quod ex combinatione ejusdem cum aëre vitali oritur.

Usitatiores sunt reductiones metallorum via sicca, ubi calx metallica cum corpore inflammabili commixta sufficienti ignis gradui exponitur. Ast multis experimentis evictum est, plurima corpora inflammabilia per calces metallicas in igne eodem modo mutari, ac si in aëre libero arsissent. Itaque cum aliunde satis constet omnem inflammationem in conjunctione corporis cum aëris vitalis basi consistere, nullum superest dubium, quin eandem aëris basin e calcibus metallicis arripiant, quae reductioni inserviunt corpora inflammabilia.

Ad reductionem calcis metallicae non aequae apta sunt omnia corpora inflammabilia. Alia namque nimis volatilia sunt, alia totam aëris vitalis quantitatem e complexu calcis avellere nequeunt, alia ipsamet calci metallicae fortiter adhaerent et adunantur. Eximia itaque reducendi vi praestat carbo vegetabilis, qui et ignem sustinet metallis reducendis necessarium, et ipse cum calcibus metallicis non conjungitur, et in sufficiente ignis gradu omnem aëris vitalis basin e calcibus metallicis eripit, ipse vero simul aëream formam acquirit, et metallum deserit. Et carboni quidem soli omnis adscribenda est reductio in officinis metallurgorum; attamen magnae etiam sunt utilitatis aliae substantiae, quarum additamento uti solent. Sic salia vel lapides, qui ob liquabilitatem *fluxus* nomine veniunt, per omnem metalli superficiem diffluunt, et aëri ad eandem accessum negant; proptereaque impediunt, ne per aëris contactum iterum calcinetur metallum. Reliqua phaenomena reductionis atque cautiones in eadem adhibendas silentio transimus, et eam solummodo addimus observationem generalem, quod omni

---

a) Haec experimenta Pelletieri ex litteris Clarissimi Seguin nobis innotuerunt. Iisdem abunde confirmatam existimamus theoriam operationis, qua albo Stanni colore obducitur Cuprum, dum utraque metalla in solutione Tartari coquuntur, in Actis Reg. Acad. Scient. Holmiensis A:o 1788 expositam.

reductione tantum decrescat pondus calcis metallicae, quantum calcinatione increverit, pro ratione scil. basis aëris, vel a calce ablatae, vel metallo additae.

Nondum satis examinata est natura calcium metallicarum *irreducibilium*, quam nimio calcinationis gradui tribuere soliti sunt plurimi Chemicorum. Hanc vero opinionem parum esse probabilem existimamus, si gradus calcinationum a quantitate aëris vitalis ligati aestimentur; si vero in metallis maxime calcinatis praeter aëris vitalis basin immixtae et adunatae esse ponantur aliae substantiae, quas neque ignis expellere, neque corpora inflammabilia extrahere valent, quaeque aëris vitalis basi fortiter adhaerent; in aperto est, has non posse non reductioni officere.

§. IV.

Metalla sunt corpora simplicia.

Simplicia Chemicis audiunt permulta corpora, non quidem quod elementaria esse censeantur, sed quoniam simpliciores partes, quibus constituuntur, nondum per analysin chemicam detectae sunt. Composita e contrario dicuntur, quorum partes diversae indolis vel separatim exhiberi possunt, vel distincte saltem cognosci, etiamsi singulae ab aliorum corporum nexu segregatae sensibus se non sistant.

Quia gravitas pro universali omnium corporum attributo habetur, nemo negabit partem aliquam corpori detractam esse, quoties pondere decreverit, eidem vero aliquid additum, quoties auctum sit ipsius pondus. In quacunque igitur corporis specie, quae qua naturam mutari non potest, nisi ponderis simul vel incrementum vel decrementum capiat, liquide patet, eatenus succedere mutationem, quatenus vel magis compositum vel simplicius fiat.

Propterea ex phaenomenis calcinationum, solutionum atque reductionum metallicarum manifestum est calces magis composita esse corpora quam metalla; si vel sensibus sola non obvenisset substantia, quae metallo formam calcis addit. Quod vero ad ipsa metalla integra attinet, nondum quidem omnibus persvasum est, eadem in numerum corporum simplicium referenda esse, etiamsi per ponderis jacturam nulla illorum decompositio innotuit. Obveniunt enim non raro phaenomena corporum, quorum vix ulla caussa mente fingi potest, nisi e materia quadam subtili pondere, sensibili destituta, dependere ponantur. Sic aqua ex. gr. e materia glaciei atque caloris composita esse censetur, licet sub congelationis nihil de suo pondere perdat. Similiter quoque ignem sub inflammatione metallorum aliorumve corporum inflammabilium obortum, aut in hisce aut in aëre inflammationi inserviente aut in utrisque latuisse probabile est. Si itaque pars saltem aliqua ignis ad metallum constituendum necessaria sit, ex hac quidem ratione metalla inter composita corpora numerari possent. Sed fateamur oportet hanc rem valde adhuc esse incertam, neque ullas aliter detectas esse partes constitutivas metallorum.

X.

De theoria solutionis chemicae. *)

Et haec quidem una methodus separandi, et nexus pristinos corporum dimovendi ac divellendi, nempe per novum coalitum corpusculorum cum aliis, in tota Chymia usitatissima et in corporibus mixtis dividendis universalis est; imo vero sola haec datur et nulla alia.

STAHLIUS.

§. 1.

Veterum de solutione et menstruis notiones.

Quemadmodum vulgari sermone *solvi* dicuntur res quaecunque ligatae, cum vinculis expediuntur, sic Chemicis vox *solutionis* generatim eam significavit operationem, qua minimae corporis cohaerentis partes nexu, quo junctae erant, liberentur. Per mechanicam quidem vim saepissime infringi videbatur compages corporum, quia vero hac via, contusione scilicet vel attritu, eousque perfici nequeat divisio, ut minimae quaevis prorsus invisibiles particulae corporis a se invicem separentur, neque eadem solutionem fieri dixerunt; ut etiam solutionis nomine dignam non habuerunt operationem, qua corpus subtiliter quocunque alio modo dividatur, nisi singulae partes sensum fugiant. Sublata vero, per infinitam divisionem, cohaerentia particularum, corpus vel *liquidam* formam suscipit, ubi adhuc tantilla vi sese mutuo attrahunt partes, levissimae tamen impressioni cedunt, et ad motum quaquaversum impelli possunt, vel *fluidam elasticam* formam, ubi, destructa attractione mutua, partes se invicem quasi repellunt et magis magisque se extendere annituntur.

---

*) Dissertatio academica de Theoria solutionis chemicae. Aboae MDCCXCV.

Tales mutationes interdum per ignem corpori applicatum, interdum per alia corpora ipsi admota, quae efficaciam habent ad poros penetrandos, atque partes quas offendunt divellendas ac dimovendas, fieri observabantur. Cum itaque Chemici ponerent solutionem ab actione unius corporis in alterum dependere, in illo, quod sua natura plerumque liquidum erat, activam virtutem collocatam esse putarunt, idem propterea *solvens* sive *menstruum* dixerunt, hoc vero quod passive tantum se habere credebant, *soluendum* s. *solutum* appellaverunt; et nonnulli quoque ipsam solutionem *activam* respectu menstrui, *passivam* vero respectu corporis solvendi vocaverunt.

Theoriam solutionis ulteriore explicatione illustrari studentes, plurimi pristinorum Chemicorum comminiscebantur, minimas particulas menstrui durissimas esse et indestructibilis quantitatis. His alii datas figuras attribuerunt ad penetranda corpora aptissimas, ex. gr. aculeorum tenerrimorum, qui se facile inter corporis solvendi particulas insinuare ipsasque dimovere valeant. Alii motum intestinum validissimum minimarum partium corporis liquidi idem efficere putaverunt, ut corpus solvendum per violentiam quasi incursus discuteretur et tandem in partes infinite parvas divideretur. Alii per alium mechanismum solutionem corporum succedere adumbrarunt, atque a diversa constructione tam menstruorum, quam corporum solvendorum, dissimilitudinem illam deduxerunt, quod non omnia menstrua omnibus corporibus solvendis conveniant, quodque a nonnullis non tantum plura corpora quam ab aliis dissoluantur, verum etiam, quod ipsa solutio plus vel minus *radicitus* fiat.

Quia scilicet corpus utcunque compositum facilius in partes integrantes sive toti similes dividitur, quam idem in partes constitutivas resolvitur, id menstruum pro perfectiore habuerunt Chemici, quod non modo cohaerentiam totius corporis, sed connexionem etiam heterogenearum partium in singulis atomis destruit, et *perfectum* quod partes usque ad principia resolvere valet. Talem quoque solutionem *radicalem* vel *totius* nuncupaverunt.

Et quoniam vulgaria menstrua propter varios defectus s. imperfectiones non valida satis esse videbantur ad radicales solutiones praestandas, omnium animos olim detinuit opinio, fieri posse, ut inveniatur aliquod *menstruum catholicum* s. *universale*, quod non modo quibuscunque corporibus solvendis aptum esset, sed iisdem etiam radicaliter s. in prima sua principia resolveret. Neque defuerunt, qui talia se invenisse menstrua jactarent, eademque praeeunte *Theophrasto Paracelso*, nomine *Alkahest* vel aliis aeque barbaris et absurdis vocibus nominarent. Ex idea menstrui universalis semel concepta nata est erronea opinio de ipsa solutione. Cum namque saepissime observaretur in menstruis facultas sese cum corpore solvendo conjungendi, hanc facultatem solvendi virtuti officere nonnulli putaverunt; existimantes verum menstruum sine discrimine omnia aggredi valere corpora adeoque nulla praedilectione unum prae altero appetere. Ideo etiam posuerunt menstrua catholica cum corporibus solutis sese non conjungere, sed in tantum agere, ut particulas eorum subtilissime dividant, ipsa prima principia separent et nuda relinquant.

§. II.

Recentiorum idea solutionis.

Has vero fabulas neque fidis observationibus innixas, neque ullo argumento probabiles, sed mere commentitias fuisse luculenter ostendit illustris scientiae reformator Stahlius, qui consulta experientia et phaenomenis sollicite examinatis, invenit nullam solutionem corporis cujusque observatam esse, nisi ubi solvens cum soluto conjungeretur a), ideoque conclusit facultatem corporum sese mutuo appetendi atque in unum coalescendi praecipuam esse solutionum chemicarum caussam, atque eos a veritate quam maxime aberrasse, qui per motum tantummodo simplicem partium solutiones fieri perhibuerunt. Propterea solutionem definivit per *divisionem corporis in partes tenuissimas, quae facile propter levitatem in poros menstrui recipiuntur, ut unum fluidum fiat.* b)

Hanc solutionis notionem acceptam habuerunt posteriores Chemici. Cum vero dogma Stahlii de compositione corporum, fundamentum totius doctrinae de attractionibus Chemicis adeo nostra aetate celebris, in animis Chemicorum magis magisque imprimeretur, factum pedetentim est, ut, oblita demum primitiva vocis significatione, nomine solutionis multi intelligerent omnem combinationem s. compositionem chemicam corporum, nullo habito respectu formae, quam vel ante vel post conjunctionem habeant.

Mirum certe nobis videtur, quod nostro tempore, quo scientia chemica stupendos alioquin fecit progressus, atque ubi de perspicuitate vocabulorum et de evitandis ambiguis significationibus quam maxime solliciti fuerunt scientiae cultores, hic tamen Celeberrimorum Virorum non pauci voci solutionis explicationem attribuant, quae ipsam non modo synonymam reddit cum aliis verbis, sua natura aeque perspicuae significationis, sed insuper adeo abludit a genuina vocis interpretatione, ut non raro contrariam prorsus operationem comprehendat: siquidem saepius evenit, ut partes corporis antea divisae et attenuatae, per conjunctionem cum aliis corporibus coagulentur vel firmius inter se nectantur. Sic acidum aëreum a terra calcarea absorptum, aër purus metallis associatus, aqua cum salibus cristallinis conjuncta revera solidescunt, et haec tamen corpora, secundum multos, eo ipso solvi dicenda sunt. Speramus itaque vitio nobis non verti, quod ab his dissentientes, nomine solutionis eam tantum intelligamus combinationem, qua corpus productum tenuiorem, vel saltem non concretiorem acquirit formam, quam singula corpora ante conjunctionem habebant. Sic corpora solida vel liquida non dicuntur solvi, nisi ex iis producatur corpus liquidum aut fluidum, si vero alterutrum corporum componentium fluidam elasticam formam habuerit, facta solutione necesse est totum sub forma fluida compareat. Neque iis assentiri possumus, qui mixtionem intimam duorum corporum liquidorum vel fluidorum elasticorum ad solutiones referre nolint; etenim in hoc quoque casu ulterior divisio atque separatio particularum corporis unius per intervenientes partes alterius succedit.

---

a) *Fundam. Chem. Dogm.* et *Experim. p. 3.*

b) *l. c. P. 2. p. 8.* Notandum est distinctionem, quam recentiores Chemici posuerunt inter *fluida* et *liquida*, tempore Stahlii non observatam fuisse.

§. III.

Adminicula solutionis.

Facultatem corporum se mutuo per minimas partes petendi cum attentius considerarent Chemici, primum quidem nomine *affinitatis* eandem distinxerunt, quoniam ea tantum corpora consociari credebantur, quorum partes constitutivae similitudinem inter se habent, qua partium vero naturam discrepantia secum invicem non conjungi posse: recentes vero, cum instabili fundamento niteretur haec hypothesis, *attractionem* vocant chemicam, utpote qua particulae aliae ad alias quasi trahantur.

Haec vis licet interdum ad majores distantias agere observata sit, cum tamen in solutionibus Chemicis inter singulas tantum minutissimas corporum partes locum habeat, et ibi quoque proportionem sequatur necesse est quantitatum corporum attrahentium, non potest non adeo exilis esse, ut vel in tantilla distantia plerumque evanescere videatur. Cum itaque non nisi per mutuum contactum solutio peragi possit, haec eo facilius succedit, quo plures majoresque superficies corporis solvendi et menstrui sibi invicem applicentur. Ad solutionem itaque conducit:

1:o *Divisio mechanica,* qua multiplicantur superficies, in ratione fere numeri partium separatarum. Propterea corpus in subtilissimum pulverem divisum infinitas praebet superficies, menstruo sese offerentes.

2:do *Motus* in materia ex solvendo atque menstruo mixta excitatus. Hunc multum ad solutionem perficiendam conferre dudum notum fuit, adeo ut nonnullis olim ex hac causa persvasum esset, solutiones per motus vel compulsiones particularum aliarum in alias fieri. Facile vero patet per motum partes corporis jamjam solutas ex superficiebus particularum corporis solvendi propelli, adeoque novas harum facies menstruo exponi; quod in quietis corporibus nonnisi successu temporis atque interdum lentissime evenit. Sic observatum est, nonnulla salia solida in aquam immissa aegerrime tota quanta solvi, nisi agitetur aqua supernatans. Hinc etiam apparet ratio, cur longe facilius per ebullitionem quam per placidam digestionem perficiantur solutiones; atque ex eodem fundamento explicandum est, quare terrae cum acido aëreo conjunctae citius ab acidis suscipiantur, quam quae acido aëreo privatae sunt, scilicet quia hoc subtilissimum acidum, simulac liberum evadit, sub forma bullarum aërearum ad superiorem liquidi partem ascendens agitationem efficit ebullitionis motui non dissimilem.

3:o *Calor*, qui certe efficacissimum est solutionis adminiculum: hoc enim particulae corporum subtiliores et mobiliores fiunt, adeo ut tam ad alias substantias penetrandas aptiora, quam aliis magis pervia evadant: quare etiam non raro corpora in temperatura calidiore ab aliis soluta, sub refrigeratione iterum vel tota vel magna ex parte secernantur. Praeterea vero sine calore nulla solutio fieri posse videtur, siquidem ab eadem forma vel liquida vel fluida corporibus solutis competens dependeat. Calorem quoque vel ignem, quia solus plurimis corporibus liquefaciendis atque in vapores elasticos convertendis sufficit, inter menstrua multi Chemici numerarunt, ponentes scilicet caussam ignis phaenomenorum in ma-

teria peculiari subtilissima fluidissimaque sitam esse. Alii propter incognitam ignis naturam liquefactiones et evaporationes a solutionibus corporum sollicite distinxerunt.

Ad requisita solutionis etiam referri solet, quod alterutrum corporum, menstruum puta liquidum sit aut fluidum, sive sua natura tale, sive ab alio corpore antea solutum sit. Corpora enim solida utcunque per mechanicam divisionem resolvantur, frustula tamen praebent crassitie haud spernenda praedita. Haec propterea se invicem nonnisi in paucis punctis attingere possunt; cum e contrario liquidum corpus partes corporis alterius non solum per totam superficiem ambit, sed interiora etiam frustrulorum non raro penetrare valet; et quoniam per hypothesin solutionis, vi attractionis mutuae, ex particulis sese contingentibus compositum formatur liquidum, hoc sponte sua ex particulis solidis diffluit, ideoque non obstat menstrui in penitiores partes corporis solvendi actioni. Fateamur tamen oportet interdum evenire, ut corpora solida pulverata et permixta sese mutuo dissolvere et in liquidum corpus converti videantur; si nempe corpus compositum in minore caloris gradu liquescere possit, quam utrumque componentium, atque si mixtio peragatur in temperatura liquescendo mixto sufficiente. Sic salia solida interdum cum nive vel glaciei pulvere, in temperatura puncto congelationis aquae nonnihil frigidiore, commixta abeunt in solutionem salinam.

§. IV.

Notae solutionis.

Interdum evenit ut liquidum corpus, quod alterum solvere non valet, hoc tamen penetrare, in partes valde subtiles dividere et secum quoque quodammodo conjungere videatur. Quo itaque a tali mixtione a), quam mechanicam vocant, distinguatur vera solutio chemica, hujus criteria paucis exponere conabimur. Et haec quidem sunt:

1:o. Quod solutione particulae in infinitum divisae ita menstruo jungantur, ut propter inaequalitatem ponderis specifici sponte sua iterum non secernantur. Ex corporibus vero mechanice mixtis nunquam non successu temporis deorsum cedere observantur partes specifice ponderosiores, si vel adeo subtilis fuerit divisio corporis solidi, ut in composito sensibus discerni nequeant particulae heterogeneae. Ex. gr. argilla cum aqua mixta liquido similis evadit, cujus omnes particulae homogeneae et unicolores esse videntur; si vero per aliquod tempus quieta manserit mixtura, observantur partes terreae, utpote specifice ponderosiores, pedetentim fundum vasis petere, atque tandem superius aquae stratum ab omni terra immixta liberatum fieri. Si in corporibus chemice solutis secessio alicuius partis obveniat, haec alii tribuenda est causae, quae attractionem corporum junctorum infringit. Sic ex. gr. sola temperaturae mutatio separationem corporum solutorum efficere solet, quod maxime apparet, ubi refrigeratione in solida corpora concrescunt.

---

a) Vocabulum mixtionis sumimus sensu a Chemicis recentioribus recepto, quo particularum juxta se invicem positionem significare solet. Antiquiores Chemici, praeeunte Becchero *mixta* appellarunt corpora, ex primis principiis corporum intime junctis producta; quae vero ex mixtis componebantur, ipsis *composita*, et quae ex compositis, *decomposita* audiebant. Recentiores contra per decompositionem intelligunt separationem partium corporis.

II:o. *Pelluciditas* compositi quoque pro certo criterio perfectae solutionis haberi solet, si nempe ipsum menstruum sua natura liquidum sit et pellucidum. Sic salium in aqua factae solutiones clarae sunt, cum e contrario corpora terrea, licet subtilissime sint cum aqua mixta, liquorem efficiant turbidam et opacam. Nonnulla quidem corpora in menstruo limpido soluta liquorem praebere solent coloratum, atque sic, ubi intensus est et obscurus color, opacitatem interdum mentiri; sed hic, addita majore menstrui copia, magis magisque inclarescit, et nihil sedimenti demittit. Haec tamen nota ad eas non pertinet solutiones, quae in men struo opaco peraguntur: metallum ex. gr. ab alio metallo solutum semper opacum manet.

III:o. Cum post factam solutionem aequaliter omnes particulae corporis compositi liquidae sint, facile patet, aut totum corpus, aut nullas ejus partes per angustos poros nonnullorum corporum, quae *filtra* appellantur, transire posse; proptereaque percolatione non nisi corpora mechanice mixta a se invicem secerni. Sic solutiones aqueae ab immixtis particulis non solutis communiter per chartam bibulam separari solent. Pariter quae ab hydragyro plene soluta sunt metalla per corii poros una cum hydrargyro exprimi possunt, et a crassioribus partibus sejungi. Interdum autem evenit, ut corpora subtilissime quidem divisa, sed mechanice tantum solutioni cuidam immixta, una cum hac, per filtrum, cujus non satis exigui sunt pori, permeent: quod cum calcibus s. oxidis nonnullorum metallorum, solutionibus salinis immixtis, obtinere observatum est. Hic tamen deficere veram solutionem, tam turbidus aspectus quam sponte subsidens oxidum indicat.

IV:o. Solutionem chemicam comitari solet *mutatio temperaturae caloris.* Calor nempe specificus corporis solutione compositi, quantum huc usque expertum est, semper ita differt a calore tam corporis solvendi quam solventis, ut caloris copia sub solutione a corporibus vel absorbeatur et ligetur, vel e pristinis vinculis liberetur. In illo casu oritur frigus, subtracto scilicet calore e corporibus ambientibus: in hoc vero calor sensibilis, cujus abundans copia ad circumjacentia diffunditur. Sic observatum est ex gr. aquam salia simplicia solventem, calorem cum his communicare, cum salibus vero neutris frigus producere.

V:o. Similiter quoque *densitas corporum* solutione *mutatur*, et plerumque quidem ita, ut compositum specifice evadat ponderosius, quam si per mechanicam tantum mixtionem juncta fuissent corpora, adeoque indicet penetrationem per mutuos poros locum obtinuisse. Utrum etiam interdum per mutuam solutionem specifice levius habeatur compositum, nondum evictum esse putamus, siquidem observationes in metalla fusione commixta institutae, quibus metallum mixtum interdum specifica levitate indicare visum est, volumen totius expansum fuisse, nihil certi probent, cum non factae sint comparationes metallorum solutorum, sed post refrigerationem coagulatorum.

XI.

De speciebus solutionis chemicae *).

§. 1.

Solutio sicca, humida, vaporosa.

Cum inter *activa*, olim sic dicta, *instrumenta*, Ignis et Aqua praecipua esse viderentur, operationes suas Chemici dividere soliti sunt in *siccas*, quae ignis sive fortioris caloris ope perficiuntur, et *humidas*, quae per aquam vel corpora aquosa absolvuntur. Sic *humidas* esse, vel *humida* institui dixerunt *solutiones*, quae in aqua, sale aqua diluto, spiritu vini, oleo aliove menstruo, cui aquae aliquid inesse crediderunt, fiebant; et has quidem in temperatura caloris, aestum aquae ebullientis non superante, perfici oportere statuerunt, quoniam pleraque horum menstruorum superiorem caloris gradum sustinere nequeunt. *Solutiones* autem *siccas* sive quae inter corpora sicca obtinent, per caloris vim absolvi judicaverunt, quoniam vix aliter, quam in vehementioribus ignis gradibus succedunt. Hydrargyrum inter corpora sicca unicum esse videbatur, quod etiam in vulgari atmosphaerae temperatura alia solvere valet corpora, inprimis metalla; quamobrem etiam has solutiones, quasi neutras, singulari nomine *amalgamationis* a ceteris distinxerunt.

Liquefactiones corporum solidorum per ignem inter solutiones non numeraverunt, qui incrementum ponderis pro criterio verae solutionis habuerunt, quia hoc in corpore liquefacto non observatur. Alii vero cum non dubitarent, quin causa phaenomenorum ignis vel caloris in materia singulari subtilissima lateat, eandem quoque menstrui nomine non indignam esse censuerunt, proptereaque veras fieri solutiones corporum, quoties haec formam solidam cum liquida commutant.

---

*) Dissertatio academica de speciebus solutionis chemicae. Aboae 1797.

Recentiores Chemici de eo persuasi, quod omnis liquida vel fluida forma corporum a materia caloris, quam nomine *calorici* distinguunt, dependeat, hanc materiam, proinde pro menstruo corporum universali habent. Si vero, quod valde probabile nobis etiam videtur, nulla solutio corporum absque calorico fieri queat, maxime naturalis videtur esse distributio solutionis, quae diversas spectat formas corporum per caloricum divisorum, *liquidam* scilicet et *fluidam* sive *vaporosam*. *Solutionem* itaque *liquidam* dicimus, qua corpus solvendum formam liquidam nanciscitur, et *vaporosam*, qua sub forma aëris idem comparet. Illam, more dudum usitato, dividere liceat in siccam et humidam, pro diversitate menstrui.

Quia vero per experimenta recentiorum Chemicorum dubium est, utrum aqua revera partem efficiat omnium corporum, quae humida dixerunt antiqui, quod per combustionem destructa partes aquosas exhiberent, in iisdem autem semper hydrogenium, sive basin aquae, haerere, certum est — itaque, ne nimis a vulgari loquendi usu discedamus, ad *humidas solutiones* referimus omnes, quae per menstrua liquida hydrogenium foventia perficiuntur; et *siccas* e contrario vocamus, quae vel per caloricum solum fiunt, vel per menstrua quaecunque in quibus nihil hydrogenii adest.

§. 2.

Solutionis siccae species.

Inter siccas solutiones Chemici distinguere solent eas, quibus leviter tantum per ignem transformari videntur corpora, adeo ut remittente calore pristinam sensibus exhibeant indolem, ab iis, quibus corpora soluta prorsus novantur. Priores, quae potissimum fiunt, ubi corpora solida homogenea per ignis vim in liquida mutantur, distribuere solent in *liquefactiones* et *fusiones*. Posteriores, ubi corpora a pristina indole recedunt, in *vitrificationes* et *scorificationes* dispescuerunt.

Nomine *liquefactiones* intelligitur solutio liquida corporis a calorico, quae in minore caloris gradu, aestum scilicet aquae ebullientis non superante, obtinet. Huc pertinet conversio nivis in aquam, liquefactio phosphori, cerae, sulphuris et cetera. Huc quoque referri solent *amalgamationes*, sive metallorum solutiones in hydrargyro, quae in vulgari aëris temperatura succedunt, atque liquefactio mixti ex bismutho, stanno et plumbo, quae, antequam ebullit aqua, liquescunt. Nonnulli tamen omnes metallorum liquefactiones fusionibus adnumerandas esse voluerunt.

Fusiones appellatae sunt operationes, quibus per vehementiorem ignis vim liquidam formam acquirunt corpora. Speciatim quidem fusiones nominatae sunt, quibus metalla liquantur; sed in latiore sensu sumtae eaedem quoque complectuntur liquefactiones corporum salinorum vitreorumqve vel terreorum, diversorum corporum liquationes cum sulphure, et sic porro.

Vitrificationis nomine distinguunt operationem, qua plures terrae, salia vel oxida metallica inter se mixta ita liquantur, ut in corpus coëant homogeneum, pellucidum, durum et friabile; quemadmodum *vitrum* ex *sale alkalino fixo* cum terra silicea conflatur. Quod si vero vel propter deficientem gradum caloris vitrificationi necessarium, vel per naturam mixto-

rum, corpus compositum opacum et inaequale evadat, *scorificationis* nomine venire solet operatio; sic plures terrae inter se tantum mixtae, vel terrae cum oxidis metallorum mixtae ut plurimum in scorias vertuntur opacas.

Quamvis in omnibus fusionibus vel liquefactionibus corporum solidorum, caloricum pro vero omnium menstruo habeatur, attamen, cum plura corpora commixta per mutuas actiones efficiant, ut liquefactio vel retardetur vel acceleretur, plerumque uni illorum menstrui nomen attribui solet, a quo reliqua solvi dicuntur. Sic saepius menstruum dicitur corpus, quod si solitarium esset, facillime omnium liquesceret. Idem quoque *fluxus* appellatur, ubi, vi attractionis mutuae, alia corpora ad liquefactionem magis prona reddit. Sic in amalgamationibus pro corpore solvente habetur hydrargyrum, in vitrificationibus pars vitri salina, etc. Interdum vero menstruum dicitur, quod reliquas mixti partes vel copia vincit, vel saltem cujus natura in corpore composito eminet. Sic sulphur a sale alkalino solvi dicitur, quoniam compositum *sulphuretum* proprietates habet salinas, utpote in aqua solubile. Quod si vero neutrum corporum commixtorum, neque fusibilitate, neque proprietatibus in mixto conspicuis, reliquis praecellere videatur, cum neutri activa virtus tribui possit, a calorico tantummodo, seu menstruo communi omnia aequaliter solvi censentur, ex. gr. ubi plures terrae simplices, quarum singulae omni ignis gradui pertinaciter resistunt, facta mixtione, vitrificantur.

§ 3.

Solutionis humidae species.

Solutiones humidae pro diversitate menstruorum im *aquosas, spirituosas, oleosas, salinas* etc. dividi solent. Quarum singulae ulterius in varias species subdivisae sunt.

A) *Solutiones immersivas* dixerunt, quibus corpus a liquore menstrui, in quod commixtum est, solvitur; quemadmodum sal solidum aquae additum, vel sulphur oleis inditum pedetentim suscipitur solviturque.

B) *Deliquationes,* ubi corpus aëri atmosphaerico humido expositum, tantum inde attrahit aquae, ut in solutionem liquidam abeat corpora, quae hac virtute gaudent, *deliquescentia* dicuntur, quorum maximum numerum salia exhibent.

C) *Extractiones* generatim apellantur operationes, quibus aliquae tantum corporis cujuscunque partes a menstruo suscipiuntur: speciatim vero, quibus per aquam aut alkohol tentantur corpora organica, proindeque in *aquosas, spirituosas* et *mixtas* dispesci solent. Respectu autem alio extractiones generatim sumtae ulterius distribuuntur in

a) *Decoctiones,* quae per ebulliens menstruum peraguntur, ex. gr., ubi jusculum ex carne paratur, vel ubi ex ptisana succus pro cerevisia formatur, vel ubi potus ex coffea usta extrahitur.

b) *Infusiones,* ubi in minore caloris gradu cum menstruo tractatur corpus extrahendum. Et hae quidem dividi solent in *calidas,* quae interdum quoque *digestionum* nomine veniunt, atque *frigidas,* quas *macerationes* alii appellaverunt. Hae vero loco decoctionum eliguntur ubi volatiles sunt partes eztrahendae, quae facile cum vapori-

bus aquae ebullientis abirent. Sic per infusionem calidam paratur potus theae, infusum sennae etc. Per frigidam vero infusionem extrahuntur corpora, quorum partes in frigore solubiles solas extrahere volumus, et ab iis separare, quae non nisi juvante caloris gradu elevatiore solvi possunt. Ad extractiones quoque pertinet.

c) *Elixivatio*, qua salina pars alicujus corporis per aquam extrahitur, ut habeatur solutio salina, a qua iterum sal depuratum secerni possit, ex. gr. ubi cineres vegetabiles per aquam extrahuntur, eum in finem, ut habeatur sal alkalinum vegetabile.

d) *Elutriatio*, quae a praecedente non differt, nisi respectu finis, propter quem instituitur: nempe ut habeatur corpus residuum, in aqua non solvendum, ab omni solubili depuratum. Sic ex. gr. elutriantur cineres vegetabiles, quo ad cupellas formandas materiam idoneam praebeant; pariter elutriatione praecipitata chemica ab inquinamento salino depurantur. Eadem operatio usu venit in fabricis amyli aliisque multis. Haec quoque nomine *edulcorationis* venire solet, inprimis ubi pars solubilis removenda corrosivam habet naturam, quae vel per aquam vel per alkohol vini secernitur, remanente parte quasi dulcificata.

D) *Dissolutiones*, de quibus in §. V:ta agemus.

§. 4.

Solutionis vaporosae species.

Solutiones, quibus formam fluidam, elasticam nanciscitur corpus solvendum, convenienter distribui videntur in *simplices*, ubi agente calorico corpus solidum vel liquidum in vapores resolvitur, et *compositas*, ubi, juvante simul attractione corporum mutua, elasticitatem acquirit corpus solvendum.

Ad *simplices* itaque pertinent solutiones, quas vulgari nomine *evaporationes* appellamus, quibus frequentissime utuntur Chemici tam ubi vaporando in auras abire faciunt partes corporis volatiles, ut fixae remaneant solitariae, ex gr. cum exsiccanda sunt corpora madida, vel salia fixa in cristallos redigenda et cetera; quam ubi corpora per ignem in vapores redigere volunt, ut a corporibus fixis separati et seorsim colligi possint, quemadmodum in vulgaribus distillationibus vel sublimationibus peragitur negotium.

Compositae quidem solutiones vaporosae nondum satis examinatae sunt; nonnullas tamen, quae cognitae sunt, recensere juvabit:

1:o *Per vapores aqueos* non raro videmus partes corporum fixorum solutas in auras abire; observatum namque dudum fuit solutionem potassae, evaporante aqua, vapores quoque alkalinos exhibere. Idem solutionibus acidorum evenit, quorum nonnulla, quantumvis igne fixa, pro volatilibus habita sunt, quoniam per vapores aqueos evehi possunt, ex. gr. acidum boracis, quod addito pauxillo aquae, sublimatione ab aliis corporibus separatur. Similiter aqua terris acido carbonico onustis hoc acidum per vim ignis aliter vix separandum, secum rapit.

2:o Per *vapores salinos* alia corpora non raro volatilia fieri videmus, ex. gr. vapores acidi muriatici plura metalla volatilia reddere, diu cognitum fuit iis, qui sic dicta butyra antimonii, zinci, arsenici etc. distillatione paraverunt; pari quoque ratione sulphuretum ammoniacae s. hepar volatile per distillationem habetur ex sulphure in ammoniaca s. sale alcalino volatili vaporoso soluto.

3:o Varias denique aëris species alia corpora suscipere nemo dubitat, qui aërem s. d. palustrem carbonium in aëre inflammabili (s. gas hydrogenio) solutum continere, qui aërem s. d. hepaticum ex sulphure in eadem aëris specie soluto nasci novit. Neque dubium est diversas aëris species sese mutuo suscipere et solvere, immo aërem nostrum atmosphaericum ex duobus gasis chemice unitis conflatum esse, satis inde patet, quod hae duae partes, non obstante diverso pondere specifico, aequali fere ubique proportione mixtae sint.

§. 5.

Dissolutiones.

Voces *solutio* et *dissolutio*, quas promiscue adhibuerunt alii, ad significandam eandem operationem alii sollicite distinguendas esse censuerunt, ut diversas solutionum species exprimerent. Neque tamen omnes consenserunt de explicatione hisce vocibus tribuenda. Alii namque solutionem proprie dici voluerunt operationem, qua apparens tantummodo vel superficialis oritur corporum combinatio; ideoque corpus solvens non menstrui sed *vehiculi* nomine dignum judicaverunt. Corpus vero solutum vi caloris sub solutione, in partes minutissimas divisum, in vehiculo dispersum, propter tenuitatem partium suspensum teneri.

Solutiones vero tales a dissolutionibus, quibus arctius conjungantur corpora sese fortiter attrahentia. facile discernendas esse ex frigore sub operatione exorto, quo indicetur caloris materiam solam menstrui vices agere. Sic salia composita ab aqua soluta revera per caloricum dissolvi, in aqua autem seu vehiculo suspensa teneri putaverunt, similiterque alia corpora, quae refrigeratione aliterve sponte quasi sua a corpore solvente iterum separari videntur a).

Alii contra cum Cel. Macquer b) statuerunt nullam differentiam vocum ex eo capite faciendam esse, quod interdum minore, interdum majore vi sese attrahant corpora, cum in neutro casu verae solutionis chemicae criteria desiderentur; si enim propter inaequales vires conjungentes alia composita aliis imperfectiora judicanda essent, certe non duo tantum, sed numero fere infinita solutionum genera distinguenda essent, cum vix duo exhiberi queant corporum paria, in quibus attractionis vim exacte aequalem esse pateat.

Ex hac ratione alii, nulla licet habita ratione magnitudinis virium attrahentium, ne tamen duplici verbo prorsus eandem significationem tribuerent, vocem *solutionis* latiore sensu sumserunt, eiusque nonnullas species dissolutiones appellaverunt. Sic Cel. Scopoli c) speciali-

---

a) *De Machy*, Observations sur le froid produit par certains operations chymiques.

b) Dictionaire de Chymie.

c) Fundamenta Chemica.

bus suis nominibus nuncupandas esse voluit omnes solutiones, quae talibus nominibus vulgo distingui solent, ut *fusiones, amalgamationes, extractiones* et reliquas omnes *dissolutiones* nominandas esse, ex. gr. quibus menstrua aquosa, salina vel phlogistica, alia corpora integre solvunt.

Alii eam adhibuerunt differentiam vocum, ut *solutione* simpliciter conjungi intelligatur corpus solvendum cum menstruo, a quo, idoneis applicatis viribus, separatum, iterum sub forma pristina compareat; *dissolutione* vero non tota corpore coire, sed quandam alterutrius saltem partem e societate reliquarum partium excludi. Sic *creta* ex. gr. in acido nitrico dissolvi diceretur, quia expulso acido carbonico, quod in creta latuerat, terra solummodo calcarea pura cum novo acido jungitur. Neque tamen haec distinctio omnibus placuit, siquidem raro adeo simpliciter duo corpora consociari videantur, quin aliquae partes, subtilissimae saltem et sensus facile fugientes, qualis est caloricum, secernantur, vel saltem alia proportione in composito remaneant, quam qua antea adfuerant a).

Convenientissima videtur esse, si aliqua inter has voces est statuenda differentia interpretatio quam dederat Ill. Lavoisier, qui *dissolutiones* appellatas voluit illas solutiones, quae non succedunt nisi et destruatur pars menstrui, et per adjunctam sibi partem menstrui decompositi in aliam formam transeat corpus solvendum. Talia phaenomena inprimis obveniunt, ubi metalla ab acidis suscipiuntur; acidum namque metallum integrum solvere nequi, oxidatum vero plerumque facile suscipit. Itaque ubi ex destructa parte acidi oxidatur metallum, atque deinde in parte acidi non mutata solvitur, vera obtinere censenda est dissolutio. Similiter sulphur et phosphorus a nonnullis acidis dissolvuntur.

---

a) *Richter*, Neue Gegenstände der Chymie. St. 3.

XII.

De natura salium simplicium *).

Omnia ergo genera Salium distribuemus partim in ea quae principio salino, vel basi adunante, aut utrisque, varia sunt.

BOERHAAVE.

§. I.

Definitio Salis.

Nomine *Salis* antiqui historiae naturalis Scriptores plerumque illam tantum intellexerunt substantiam, quam nos *Sal commune* seu *muriaticum* vocamus. Deinde vero jam veteres Chemici salia appellaverunt multa alia corpora, in quae proprietates praecipuae salis communis quadrare videbantur, scilicet quod *solida essent, pellucida, et forma regulari seu cristallina conspicua, igne candefacta liquescerent, ab aqua solverentur, et saporis sensu organa gustus afficerent.* Recentiores denique, cum adhuc latius extenderint notionem salium, in definitione horum generali nonnisi notas *solubilitatis* et *saporis* servandas esse putaverunt.

Neque tamen hos characteres ad describenda salia sufficere observaverunt scientiae cultores, cum naturam terrarum, quas a salibus discernere voluerunt, propius examinarent: harum namque plures et in aqua solubiles et sapore praeditae esse deprehendebantur. Itaque, quia terrae difficilius ab aqua solvuntur, et majorem hujus menstrui quantitatem ad solutionem poscunt, quam pleraque corpora omnium consensu salibus adnumerata, tales limites inter utramque corporum classem constituerunt, ut salia atque terrae gradibus solubilitatis internoscerentur. Sic nonnulli salium nomine digna judicaverunt corpora, quae in aqua

---

a) Dissertatio chemica de natura salium simplicium. Aboae 1795.

ebulliente pondus suum ducenties superante, alii ea, quae in quingentis, alii, quae in mille aquae fervidae partibus plene solverentur.

Majorem adhuc ambiguitatem parere videtur affinitas salium quorundam inflammabilium cum aliis nonnullis corporibus inflammabilibus, quae, licet et sapore minime dubio gaudeant et ab aqua facile solvi possint, a nemine tamen in numerum salium referuntur. Itaque cum nulla nota generali salia universa distingui possint a corporibus non salinis, quae propter saporem et solubilitatem salibus similia sunt, in definiendo sale necesse est rationem simul habeamus notarum, quibus insigniuntur diversa ejusdem genera: distribui namque solent salia in plures ordines, quorum singuli distincte cognosci queunt. Propterea salia dicimus esse *corpora, quae linguae sensum saporis imprimunt, in aqua ebulliente pondus suum ducenties superante plene solvi possunt, et insuper tales exhibent proprietates, quae aut uni aut alteri ordini salium infra describendo competunt.*

§. II.

De principio salino.

In eximiis salium virtutibus Chemici dudum posuerunt facultatem eorum multa alia corpora solvendi vel secum ita conjungendi, ut corpus compositum homogeneum evadat. Cum itaque expertum esset, corpora ex salibus aliisque substantiis coagmentata saepe proprietates maxime conspicuas a salina parte mutuatas habere, in eam olim inciderunt opinionem, plurima quoque salia, quae scilicet aliis debiliora esse videbantur, composita esse e sale puro, corpori non salino adjuncto. Permulti quoque autumarunt purum sal, quod *principium salinum* vel *sal primordiale* s. *universale* appellaverunt, nonnisi unius esse speciei, atque id ipsum optimo successu quaerendum esse in acidis salibus, utpote et vehementia saporis et attractione ad aquam efficacissimis proptereaque, prae reliquis salibus, simplicissimis. Itaque nonnulli in acido vitriolico, alii in acido nitri vel muriatico ipsum principium salinum fere nudum detectum fuisse existimaverunt. Immo inter recentissimos quoque Chemicos non defuerunt, qui naturam salis universalis peculiari cuidam acido, ut phosphorico, aëreo, aliive tribuendam esse crediderunt.

Neque tamen salis purissimi inveniendi cura contenti fuerunt Chemici, sed sategerunt insuper de detegendis ipsis elementis, seu primis quasi staminibus salium. Itaque, cum tempore Beccheri atque Stahlii pro evicto haberetur, omnia corpora potissimum cum iis substantiis conjungi, quibus simillima sunt, atque simul cognitum esset, salia cum aqua facile consociari, eademque plurimas terras suscipere atque solvere, admodum probabile visum est, salia omnia et ipsum quoque principium salinum ex aqua et elementari terra constitui. Confirmari videbatur haec opinio, experientia fere vulgari, qua interdum aqua, interdum terra in salibus maxime siccatis depuratisque latere observaretur. Et quamvis contra hos jam olim moneret magnus Boerhaave, nullo argumento certius probari posse, quod aqua atque terra solae sufficiant sali generando, existimavit tamen ipse, has substantias, subtilissimo quodam et sensuum aciem fugiente principio connexas, cum hoc concretiora progignere corpora, quae salium nomine veniunt.

Alii praeter aquam et terram, etiam duo reliqua sic dicta elementa corporum, ignem nempe et aërem necessaria existimaverunt esse ad salia producenda. Multa namque salia et per ignem, combustione scilicet corporum, generari, et varios ignis urentis effectus edere videbantur. Similiter praesentiam aëris indicare credebantur non infrequentia phaenomena fluidi elastici ex salibus expulsi. Sed ne quid dicamus de denominatione *elementorum*, quam quatuor istae substantiae nullo jure tueri videntur, observamus tantummodo, ignem seu caloris materiam non in salibus modo, sed in omnibus quoque aliis corporibus delitescere, et saepissime quoque phaenomena caloris, quorum causa salibus causticis vulgo attribui solet, non tam ipsi sali, quam potius corpori alteri ad salem applicato ortum suum debere. Aquam quidem plerumque salibus adhaerescere, sed hanc interdum quoque integram a sale secerni videri, licet natura salina inviolata maneat. Pariter nondum ullo experimento sufficienter ostensum est, aliquam terrae speciem in salibus simplicioribus satis depuratis inveniri. Quod ad aërem attinet, hujus multae species recentioribus scientiae cultoribus comparuerunt, quarum in aliis salibus nullae detectae sunt, in aliis quaedam ceu partes constitutivae latitare, et quaedam denique ipsae salinae indolis esse deprehensae sunt.

§. III.

Divisio Salium.

Commodissima esse videtur, quam dudum stabiliverunt Chemici, distributio salium in duos ordines, *simplicium* nempe et *compositorum*. Nomine *simplicium*, quo alias significare solent aut corpora elementaria, sive vera principia, in quibus nullae sunt partes heterogeneae, aut substantias quascunque, quorum partes constitutivae diversae per artem chemicam nondum detectae sunt, hic omnia illa salia intelliguntur, quae in alios sales resolvi nequeunt, sive quae partes constitutivas non habent salinas. Horum duo exstant genera, *acidum* et *alkalinum*.

Acida nomen habent a *gustu acido*, quem linguae imprimunt. Nonnulla violenter organa gustus aggrediuntur, atque ignis instar urunt et destruunt, nisi admixto corpore alio mitigata fuerint. Aliis e contrario tam debilis est aciditas, ut nonnisi subtilissimis organis sentiatur.

Cum *aqua* intime miscentur et in liquidum pellucidum coëunt, simulque calorem sensibilem producunt; glaciem plerumque solvunt et temperaturam frigidiorem reddunt.

Vegetabilium colores plerosque variant, et praecipue quidem succos *coeruleos* in rubros mutant. Nonnulla fere omnes colores coeruleos, pigmento indico excepto, rubescere faciunt, ab aliis sola mutatur *tinctura*, sic dicta, *heliotropii*, quae quidem adeo subtiliter *reagit*, ut debilissimum quoque revelet acidum, gustu vix detegendum.

Cum plurimis *terris* facile conjunguntur, inprimis vero cum *baryta*, *calce* et *magnesia*, quae *absorbentes* vulgo dicuntur, quoniam proprietates acidorum destruere videntur. Quia inaequali vi terras appetunt diversa salia acida, ex composito saepius unum depellere vale alterum, adeoque cum in terris absorbentibus ut plurimum delitescat tenuissimum acidum aëreum, hoc per addita alia acida separatum, formam assumit elasticam, atque sic in minimis

bullulis ex materia mixta assurgens, agitationem efficit fermentationis motui non dissimilem. Hinc est, quod ad notas salium acidorum etiam numerari soleat facultas cum terris absorbentibus *effervescendi.*

Alkalia s. *salia alkalina* nomen mutuata sunt ab orientali voce *kali*, herbam significante, quae multum salis continet. Alias quoque *salia lixiviosa* appellata sunt, quoniam plura e lice s. cineribus vegetabilium habentur; vel *urinosa*, quia odorem quasi urinae putridae inprimis ex corporibus animalibus provocant. *Sapor* quoque sensum quasi urinae excitat, sed simul acer est et urens igneus, quem lingua non sustinet, nisi sal multa aqua dilutum fuerit.

Succos vegetabilium coeruleos plerumque in virides vertunt, rubros in coeruleos, flavos in rufos, et eos, qui ab acidis salibus antea mutati sunt, in pristinos restituunt colores.

Cum *aqua* facile conjunguntur et calorem sensibilem producunt.

Cum *acidis salibus* incalescunt et lubentissime uniuntur, atque, si in justa proportione mixta fuerint, composita exhibent neque acidis neque alkalinis proprietatibus conspicua sed neutrius quasi naturae. Hoc in casu salia acida ab alkalinis *saturata* esse dicuntur. Plurimis quoque alkalibus inest acidum aëreum, per omnia fere alia acida separandum, quamobrem cum acidis effervescere solent.

Sulphur solvunt et in aqua solubile reddunt. Hoc compositum, *hepatis alkalini* nomine notum, decomponitur a quovis acido quod partem sulphuris sub pulveris forma dejicit, partem in aërem valde foetidum, quem *hepaticum* vocant, abire cogit.

Praecipitare quoque solent corpora ab acidis soluta, et praecipue quidem terram argillaceam et siliceam, atque oxida metallica.

Composita dicuntur salia, quae oriuntur ex salibus simplicibus, aut inter se tantum, aut cum terris, vel oxidis metallicis ea conditione junctis, ut proprietates singulorum in mixto vel plane non appareant, vel multo saltem debilitatae esse videantur. In illo casu, ubi plena obtinet saturatio, compositum sal *perfectum* audit, in hoc vero, ubi aliqua pars eminet, *imperfectum.* Haec ulterius dividuntur in

Salia neutra, nonnullis *salia salsa* nominata, quorum omnes partes salinae naturae sunt, sive quae ex salibus *acidis* atque *alkalibus* consociatis constituuntur.

Salia media s *analogica*, quae ex salibus, aut simplicibus, aut compositis neutris, atque terris, vel oxidis metallicis gignuntur. Horum *salia media terrestria* vocantur illa, quae partem terream fovent, proprietatibus salinis imbutam, et *salia media metallica*, in quibus oxida metallica, per conjunctionem cum salibus, salinam indolem acquisiverunt.

§. IV.

De Salibus Acidis mineralibus.

Salia acida dispesci solent secundum regna naturae, unde eliciuntur, itaque *Acida mineralia* appellantur, quae in regno fossilium sive corporibus inorganicis reperiuntur. Horum character genericus est, quod nulla inflammabilitatis signa prodant. Plurima vero ortum suum

debent corporibus inflammabilibus exustis. Quemadmodum itaque ustio corporum inflammabilium non peragitur, nisi haec aërem vitalem maxima caloris parte orbatum secùm conjungant, sic acida illa ex aëris vitalis basi, quam propterea *Oxigenium* principium vocant, et corporibus inflammabilibus, *Radicalia acidorum* appellatis, componi censentur. Talia sunt:

Acidum sulphuricum, quod etiam *vitriolicum* dictum est, quoniam ex vitriolo per distillationem extricari potest. In vitriolis enim habetur cum oxidis metallicis junctum. Idem in spatho ponderoso cum baryta, in gypso cum calce, in sale epsomensi cum magnesia, in alumine cum argillacea terra sociatum reperitur. In nonnullis quoque salibus neutris invenitur.

Gignitur per inflammationem sulphuris, si hoc sufficientem aëris vitalis copiam absorbeat, quod, sulphure cum nitro mixto et accenso, expeditissime fieri solet. Acidi vapores sic orti ab aqua frigida facile colliguntur.

Formam habet liquidam, cum non possit omni aqua privari, nisi cum alio corpore jungatur. Purissimum pondere specifico aquam bis superat. Spissitudinem habet olei, ideoque vulgo *oleum vitrioli* appellatur. Nullum spirat odorem, neque ullo colore conspicuum est. Sapore gaudet acutissimo urente; si vero multa aqua dilutum fuerit, sensum excitat gustui non ingratum acidum, dentibus tamen molestum. Reagentibus facillime detegitur. Una namque acidi sulphurici pars 100,000 aquae partibus attenuata, tincturam heliotropii 70,000 partibus aquae dilutam distincte rufat.

Frigore non congelatur. In calore + 288 graduum ebullit et evaporat. Itaque cum in gradibus caloris inferioribus vaporet aqua, maxima hujus copia, si abundaverit, per lentam digestionem fugari potest, remanente *acido concentrato.*

In frigida temperatura humorem fortiter ex aëre attrahit. Cum aqua mixtum vehementer incalescit. Calor sic ortus gradum, quo ebullire solet aqua, superat, si quantitatem aquae admixtae excesserit pondus acidi.

Corpora organica destruit, et in substantias carbonaceas convertit. A tantilla quantitate materiae oleosae immissae, quam etiam ex atmosphaera facile attrahit, fusco vel nigrescente tingitur colore, deindeque in frigidiore temperatura, scilicet — 8 graduum, congelari potest, nisi aqua simul dilutum sit: tenuius namque acidum frigore segnius coagulatur. Obscurus color sub ebullitione disparet. In olea temere injectum aestuat, nigrescit, et fumos suffocantes eructat, paulatim vero facta admixtione, cum iisdem in massam *saponaceam* coit.

Alcoholi vini, valido cum aestu, adunatur, et spiritum generat *Æthereum*, fragrantissimum.

Varias aëris species s. fluida elastica absorbet, quorum ope volatilius fieri solet, olens et adeo coagulabile, ut in temperato aëris calore concrescat. Talem materiam concretam, quae sub distillatione vitrioli interdum producitur, *oleum vitrioli glaciale* nuncupaverunt.

Inter acida pro fortissimo habitum est, quia attractione ad sales alkalinos reliqua omnia vincit.

Consistere censetur ex duabus partibus sulphuris, atque una parte oxigenii seu basis aëris vitalis; quodsi vero sulphur eatenus non satietur oxigenio, per imperfectiorem quasi ustionem convertitur in substantiam inter sulphur et acidum sulphuricum mediam, quam *acidum sulphurosum*, *acidum vitrioli phlogisticatum*, vel *aërem vitriolicum* nominaverunt. Haec producitur vel a sulphure in aëre atmosphaerico lentius ardente, vel ab acido sulphurico cum variis corporibus inflammabilibus, praesertim metallis, quae, accedente caloris gradu suffi-

ciente, ipsi partem oxigenii eripere valent, tractato. In moderato caloris gradu formam tenet elasticam, et pondere aequatur duplo aëris vulgaris volumini. Magno frigori exposita concrescit. Ab aqua frigida lubentissime absorbetur, accedente vero calore iterum avolat. A glacie etiam, quam simulac contigerit liquefacit, promte suscipitur. Liquidum sic ortum acidum habet saporem, colores vero corporum organicorum plerosque totos destruit. Cum terris salibusque alkalinis conjungitur, iisdem vero debiliter adhaeret et locum fere omnibus aliis acidis cedit.

Acidum nitricum, quod ligatum habetur in nitro et quibusdam aliis salibus naturalibus compositis, ex quibus per sulphuricum acidum extricari et distillatione purum obtineri potest. Originem ducit ex aëre atmosphaerico, qui per actionem corporum putrescentium, vel vim electricam concrescere videtur: consistit enim ex oxigenio, vel basi aëris vitalis, atque azoto, sive basi aëris vitiosi, quae partes etiam aëris vulgaris sunt.

Quam maxime purum liquidam habet formam, limpidum est et nullo colore praeditum; odor ipsi peculiaris non praegravis est. Fumos albidos edit. Dimidia circiter ponderis parte aequale aquae volumen excedit. Nullo frigoris gradu hucusque cognito congelatur. Propter eximiam vim omnia corpora organica destruendi gustari non potest. Aqua vero dilutum acido sapore satis valido cognoscitur.

Aquae admixtum incalescit. Nivi vero additum summum producit frigus artificiale. Si in mixto liquido abundet aqua, magna hujus pars congelatione separari potest; per evaporationem vero vix secernitur.

Radiis luminis expositum sensim decomponitur, liberata oxigenii parte, quae sub forma aëris vitalis abit. Residuum acidum, oxigenii parte destitutum, flavescit et vapores fulvos eructat. Similiter sed lentius mutatur acidum nitricum in calore digestionis. Ulterius, per ignis vehementiam, resolvitur et maximam aëris vitalis partem emittit, si alkalino sali affixum candefiat.

Lubentissime etiam suum oxigenium variis corporibus inflammabilibus tradit. Cum spiritu vini vehementer aestuat, adeo ut post mixtionem in vase non contineri queant, nisi multa aqua attenuatum fuerit acidum. Adhibita vero circumspectione volatilissimus aethereus spiritus acquiritur. Cum oleis quoque fortiter incalescit eademque concretiora reddit. Olea volatilia, quibus admiscetur, inflammare solet. Sulphur in digestionis calore aggreditur, atque in acidum sulphuricum convertit. Metalla plurima oxidat et dissolvit. In omnibus hisce casibus decomponitur acidum nitricum, et varias induit formas, prout majorem vel minorem oxigenii quantitatem amiserit. Omni namque oxigenio perdito, nonnisi azotum restat, quod in *aëre azotico* sensibus se offert. Dimidia quantitate oxigenii privatum comparet itidem sub forma aërea, et *aërem nitrosum* sistit, qui, cum primum aërem vitalem contigerit, rufescit, et in vapores acidos convertitur. Quod si vero quarta tantum oxigenii parte spolietur acidum nitricum, liquidam conservat formam, sed colore fulvo, gravi et suffocante odore, vaporibusque, quos copiosissimos exhalat, rufis satis discernitur ab acido nitrico perfecto. Idem propterea nomine *acidi nitrosi* distinguere voluerunt recentiores Chemici. Hoc quoque generatur, si acido nitrico addatur aër nitrosus, quem facile in frigidiore temperatura absorbet. Ebullitionis calore vero hic aër ex acido nitroso facile expellitur, remanente acido nitrico puro. Similiter aëris nitrosi partem secernit aqua admixta, quae magna cum effervescentia acidum solvit.

Acidum phosphoricum, quod inter fossilia repertum est cum oxido plumbi junctum in mineris plumbi cristallinis viridibus, cum ferri oxido in mineris ferri frigide fragilis, cum calce aliisque substantiis in lapidibus nonnullis phosphorescentibus. Idem calci nuptum in solidis partibus animalium. In urina quoque et aliis humoribus animalibus, interdum nudum, interdum calci junctum, interdum alkalinis salibus adunatum comparet.

Ex phosphoro, sic dicto urinae, ustione generatur. Lente comburitur phosphorus in aëre vulgari lucens, qui successu temporis totus in acidum convertitur. Conflagrat si calefactus vel igne accensus fuerit. Naturam identidem acidam acquirit ex admisso acido nitrico, quod rapide suo oxigenio spoliat. Una phosphori pars tribus circiter opus habet partibus aëris vitalis vel oxigenii, ut acidum fiat.

Solidam habet formam, igne vero candefactum liquescit in vitrum pellucidum, quod in fortiore ignis gradu non avolat, in vasibus terreis vel vitreis fusum, partem vasis solvit, lateribusque adhaeret.

Humoris ex aëre atmosphaerico tantum attrahit, ut deliquescat. Solutio aquosa nullo colore vel odore distinguitur, sed sapore gaudet fortiter acido. Aqua vi ignis evaporans aliquantam partem acidi secum avehit.

Cum corporibus inflammabilibus vehemente ignis gradu tortum, in phosphorum reducitur, oxigenio scilicet corporibus admixtis tradito.

Phosphorus minore oxigenii copia dotatus, aliud exhibet debilius, quod *phosphorosum* vocant, sive *acidum phosphore volatile.* Hoc volatilitate et odore ingrato, a phosphorico dignoscitur, et haberi potest ex acido phosphorico, cum phosphoro commixto et liquefacto, vel per alia corpora inflammabilia, qua partem tantum decomposito.

Cel. Göttling nuper asseveravit, phosphorum etiam in *aëre azotico* comburi atque acidum gignere, quae, si confirmetur, experientia indicare videtur, etiam in hac aëris specie latere oxigenium, aliqui forsan inflammabili corpori adjunctum.

Acidum carbonicum, aliis *acidum aëreum* appellatum, quia aëream habet formam, et in aëre atmosphaerico semper fere adest, vel *aër fixus*, quia in aliis corporibus, terris scilicet absorbentibus, atque salibus alkalinis ligatum saepissime esse comperiebatur, nec non sub fermentatione corporum organicorum e vinculis quasi liberari videbatur, vel *aër mephiticus*, quoniam respirantibus mortem consciscit. Liberum invenitur in nonnullis cavernis subterraneis, cum aqua sociatum in fontibus et copiosissime quidem in acidulis.

Nascitur ustione carbonum vegetabilium, quorum 28 partes accensi, 72 partes aëris vitalis consumunt, et sic 100 partes acidi carbonici aëriformis producunt.

Formam elasticam etiam in summo frigore tenet, et tertia circiter sui ponderis parte, aequale aëris atmosphaerici volumen superat.

Ab aqua frigida aequale ejus volumen absorberi potest, et huic saporem titillantem, leviter acidulum, atque facultatem tincturam heliotropii rufandi communicat. A calida aqua minor ejusdem quantitas suscipitur, ab ebulliente denique nihil; ebullitione enim fugatur omne acidum carbonicum, quod in aqua latuerat. Idem pariter sub congelatione aquae secernitur.

Cum spiritu vini oleisque consociatur, eadem vero non visibiliter mutat.

Terris salibusque alkalinis et oxidis metallicis unitum, cognoscitur horum effervescentia cum omnibus aliis acidis, quibus locum cedit.

A metallis non decomponitur, cum carbonem prae omnibus metallis petere videatur oxigenium. Sic enim ad oxida metallica reducenda carbo adhiberi solet.

Acidum arsenicum vel *arsenicale* obtinetur ex oxido arsenici, quod, juvante igne, decomponere valet acidum nitricum, aliaque nonnulla, atque tantam oxigenii quantitatem ex iisdem sumere, ut sapore et reliquis notis acidam naturam ostendat.

Solidum est in temperatura vulgari, ignitum vero liquescit. Fortiori ignis gradui expositum partem oxigenii iterum amittit, atque in oxidum, *arsenicum album* vulgo dictum, quod acido volatilius est, conversum evaporat.

Ex aëre libero aquam attrahit et in liquorem vertitur. Ad solutionem duplum circiter aquae pondus requirit.

Decomponitur per carbonem, plurimaque metalla, cum quibus mixtum, in sufficiente ignis gradu, interdum in oxidum album, interdum in regulum arsenici mutatur.

Acidum molybdicum ex molybdeno metallo vel ejus oxido, cum acido nitrico digesto, habetur sub forma pulveris albi sapore acido, austero, quem metallicum vocant, praediti. Una hujus acidi pars in octoginta partibus aquae solvi potest. Solutio, evaporatione aquae concentrata, sub refrigeratione colorem acquirit coerulescentem, qui amissae oxigenii parti tribuendus esse videtur; potest enim per nitri acidum destrui. Ab alcohole vini solvitur, eidemque colorem cyaneum impertit.

Acidum tunsticum nomen sortitum est a lapide Svecis *Tungsten* appellato, in quo calci adunatum invenitur. Idem ex volframio metallo, sufficiente oxigenii quantitate imbuto, obtinetur; adeoque rectius *acidum volframicum* nominandum esse videtur. Formam habet pulveris albi et saporem acidum metallicum. In igne colorem acquirit fulvum, nigrescentem; non liquescit neque evaporat. Cum acido phosphorico et terra silicea in vitrum coeruleum abit. In aqua ebulliente pondus suum vicies superante solvitur.

Reliquorum acidorum mineralium partes constitutivae ignotae sunt. Haec numerantur:

Acidum muriaticum, quod in sale communi et ammoniaco cum alkalinis salibus junctum, et in pluribus quoque salibus mediis latet. Vinculis plerumque liberatur per additum acidum sulphuricum.

Formam habet elasticam, quam etiam in summo frigore servat: ideoque *aëris muriatici* nomine venire solet. Elasticitate privatur, si admittitur aqua, quae aequale hujus aëris pondus absorbere valet. Liquidum sic natum, *acidum salis* vulgo nominatur; pellucidum est et coloris expers; acerrimum habet saporem acidum; in aëre libero spissos edit fumos, qui adstantium pulmonibus adeo infesti sunt, ut spiritum praecludant; per immixtum vero aërem vulgarem attenuati, citri fere odore fragrant. In digestionis calore acidum sub forma aërea ex aquae societate avolat.

Prae reliquis acidis mineralibus eminet attractione ad oxida metallica. Metalla pleraque et alia corpora inflammabilia difficilius aggreditur. Nonnulla tamen metalla, quae per solam aquam oxidari possunt, ut zincum, ferrum, stannum, lubenter dissolvit. Propterea ex decomposita aqua (quae ex hydrogenio et oxigenio constitui videtur) recentiores Chemici oriri existimaverunt aërem inflammabilem s. hydrogenium, qui sub solutionibus metallorum,

tam in acido muriatico, quam in aliis acidis aqua dilutis, provenit. Nuper vero Celeberr. Girtanner, cum observaverit acidum muriaticum aëreum, quod omni aqua carere posuit, similiter omnino se habere, concludere non dubitavit, ipsum hoc acidum ex hydrogenio atque oxigenio compositum esse.

Ex nonnullis oxidis metallicis acidum muriaticum eripere valet copiam oxigenii, qua sibi adscita, in aliud mutatur corpus, quod *acidum salis dephlogisticatum*, vel *acidum muriaticum oxigenatum* vocant. Hoc etiam aëris habet formam, sed colore flavente conspicitur. Oculos et pulmones graviter molestat. Admissa parva humoris quantitate in cristallinam formam coagulatur. Ab aqua liquida longe parcius suscipitur, quam acidum muriaticum. Liquidum sic natum saporem habet austerum, et colores vegetabilium destruit, ideoque dealbandis linteis optime inservit. Omnia metalla oxidare et secum conjungere valet. Composita sic orta congruunt cum iis, quae per acidum muriaticum purum, ex oxidis metallicis producuntur. Similes proprietates acquirit acidum muriaticum, admixto acido nitrico, ex quo aliquam oxigenii partem avellit et in acidum mixtum, *Aquam regiam* vocatum, transit.

Acidum fluoricum in lapide, quem fluorem mineralem vocant, calci nuptum invenitur. Per acidum sulphuricum vel nitricum facile secernitur. Prodit sub forma elastica; ab aqua vero lubentissime absorbetur. Odore, sapore et volatilitate cum acido muriatico proxime convenit. Differt ab omnibus aliis acidis facultate terram siliceam in media caloris temperatura solvendi. Aër acidus terra silicea satiatus, admissa aqua, magnam terrae partem deserit. Ideo crusta silicea in superficie aquae vasis recipientis generari videtur, quoties hoc acidum ex retorta vitrea distillatur.

Acidum boracicum, alias *sal sedativum Hombergii* appellatum, invenitur in borace cum abundante sale alkalino junctum, in lapidibus nonnullis calci unitum, atque nudum in aquis quorundam lacuum Italicorum solutum. Omni connubio liberatum solidam et plerumque cristallinam habet formam. Igne liquescit in vitrum pellucidum non volatile. Addita vero aqua, simul cum aquae vaporibus qua partem avolat, quamobrem etiam sublimatione colligi potest. Ab octoginta aquae frigidae partibus solvitur in liquorem debiliter acidum. Qua attractionem ad salia alkalina terrasque, reliquis fere omnibus acidis posterius est. Propter fixam naturam tamen pleraque acida volatilia extricare valet, si accedat sufficiens ignis gradus. Parum ejus solvit spiritus vini, qui deinde accensus viridi flamma ardet.

§. V.

De Acidis vegetabilibus.

Quae potissimum ex corporibus regni vegetabilis oriri videntur acida, nomine *acidorum vegetabilium* veniunt. Haec combustibilitate ab acidis mineralibus discernuntur. Plurima quoque longe facilius in partes non salinas resolvuntur, *Carbonem* scilicet, *Hydrogenium* seu basin aëris inflammabilis, et *Oxigenium* seu basin aëris vitalis, quae omnia acida vegetabilia constituere, et in diversis horum speciebus proportione tantum variare videntur.

Quae sub ipsa *vegetatione* formata sunt, *Acida vegetabilia naturalia* vocamus; talia sunt:

Acidum oxalicum, quod in succis quorundam vegetabilium invenitur, et abundantissime quidem in Oxali Acetosella, a qua nomen mutuatur, ubi cum parva salis alkalini quantitate junctum, sal neutrum imperfectum exhibet. Idem calci nuptum in radice Rhei latere compertum est. Praeterea plene congruit cum illo, quod ex saccharo, spiritu vini, multisque aliis tam vegetabilibus quam animalibus substantiis, mediante acido nitri productum, nomen *acidi sacchari* obtinuerat.

Solidam et plerumque regularem formam habet. Cristalli triginta aquae partes affixas in centenario fovent, quae per fatiscentiam in aëre sicco et calido abeunt. In fortiore calore liquescunt cristalli, deinde ebulliunt, fuscum acquirunt colorem et tandem qua partem destruuntur; pars namque immutata sublimatur, alia in liquorem acidum empyreumaticum, acidum carbonicum, et aërem inflammabilem mutatur, relicta in vase materia carbonacea.

Cristalli in aequali pondere aquae ebullientis et in dupla quantitate aquae frigidae solvuntur, gratam habent et adeo validam aciditatem, ut 2000 aquae partibus solutae sensum acidi distinctum linguae imprimant, et 4000 partibus aquae dilutae papyrum, colore heliotropii illitam, rubram faciant.

Destruitur per acidum sulphuricum calefactum, et facilius adhuc per acidum nitricum, cujus ope totum in acidum carbonicum et aquam converti potest.

A spiritu vini suscipitur, et oleum fragrans progignit. Calcem omnibus aliis acidis praeripit, et in substantiam aqua fere insolubilem commutat, ideoque, pro investiganda minima quantitate calcis in aquis solutae, optimo successu adhibetur.

Acidum malicum. Comparet in succis plurium fructuum, copiosissime vero in malis. Obtinetur quoque per acidum nitricum ex saccharo plurimisque substantiis vegetabilibus et animalibus. Idem ulterius cum acido nitrico digestum convertitur in acidum oxalicum.

Liquidam habet formam, cum aqua omni privari nequeat. Si vero per ignem abire cogitur aqua, destruitur acidum, et aëris inflammabilis atque acidi carbonici copiam porrigit. Debilius est acido oxalico, a quo etiam differt habitu cum salibus alkalinis et terris. Ab aqua solutum per vim aëris atmosphaerici sensim destruitur.

Acidum citricum. Obtinetur ex succo Citri, cujus potior pars est. Ex mucilaginibus produci potest mediante acido muriatico oxigenato. Convenit cum acido oxalico forma solida, et cristallina atque sapore grato acido. Cristalli in aëro libero non facile mutantur, igne vero citius destruuntur, phlegma exhibentes acidum, aëre inflammabili atque acido carbonico comitatum; quibus expulsis parum carbonis remanet. Per acidum nitricum calore adjutum, in acidum oxalicum convertitur, sed difficulter, quoniam determinata opus est quantitate nitrici acidi. Solutio acidi citrici aquosa, per vim aëris atmosphaerici, successu temporis decomponitur, destructo acido.

Acidum tartaricum, quo abundat sal neutrum imperfectum nomine Tartari notum. Pluribus acidis aliis admixtum reperitur in variis vegetabilium succis. Rite depuratum formam assumit solidam cristallinam; difficulter tamen obtinentur cristalli albae et pellucidae, quoniam sub evaporatione aquae solventis vix evitari potest obfuscatio salis. Sapore cognoscitur acido grato et acuto. In igne non liquescit, spumat vero et nigrescit, tandemque, si libero aëri patet accessus, flamma ardet. In vasibus clausis ignitum resolvitur in phlegma acidum, quod oleum empyreumaticum atque copiosa acidi carbonici quantitas, aëre inflamma-

bili concomitata sequuntur; ultimo remanet carbonacea materia. Aqua solutum et aëri libero expositum lentius destruitur. Cum acido nitrico digestum in acidum oxalicum transmutatur.

Acidum benzoicum. Ex Benzoë pluribusque aliis resinis et balsamis odoriferis vel sublimando secerni vel per aquam extrahi potest. Idem in humoribus animalibus, praesertim in urina et lacte detectum est. Concretum est et plerumque cristallinum. In igne liquescit, et in vapores, salva sua natura, convertitur. Odorem benzoinum spirat. Si ipsi liquefacto admovetur flamma, deflagrat. Sapore gaudet leviter acido, et in lingua simul excitat sensum acris et calidi. Tincturam heliotropii rufat. Solvitur a viginti partibus aquae ebullientis, frigidae vero 400 opus habet. Per acidum nitricum in tartaricum, quin etiam in oxalicum acidum converti potest.

Acidum gallicum, quod in gallis multisque corticibus, lignis, et aliis vegetabilium partibus adstringentibus et amaris adest. Depuratum solidam habet formam. Solvitur in 24 partibus aquae frigidae; ebullientis vero tres partes solutioni sufficiunt. Facilius adhuc in spiritu vini solvitur. Evaporatione solutionum separatur sub forma parvarum cristallorum nitentium, e flavo grisearum. Cristalli in libero aëre calefactae tumescunt et inflammantur, odoremque gratum emittunt. In clausis vasibus forti igni expositae, qua partem integrae sublimantur, partim vero decomponuntur in oleum empyreumaticum et acidum carbonicum, cum aëre inflammabili; quod fixum remanet carboni simile est. Per acidum nitricum ebulliens, in acidum oxalicum convertitur. Cognoscitur praeterea hoc acidum colore nigro, quem ex ferro facile acquirit.

Acidum succinicum ex succino sublimatione obtinetur. Oleo peculiari semper inquinatum est, quamobrem odorem succini spirat. Formam cristallinam habet, saporemque leviter acidum. Ab aqua aegre solvitur.

Reliqua acida, quae non sub ipsa vegetatione nasci videntur, e corporibus vegetabilibus triplici via generari solent; scilicet aut per *fermentationem*, aut *per acida mineralia*, aut *per ignem*.

Fermentatione, quam, propter effectum, acidam vel acetosam vocaverunt, corpora vegetabilia dulcia, gummosa, farinacea, acida et spirituosa varie inter se mixta et aqua imbuta, in caloris gradu temperaturam mediam superante, aëre non prorsus excluso, talem subeunt mutationem, ut in acidum peculiare liquidum et volatile *Aceti* nomine notum convertantur. Maxime quidem purum acetum nascitur, si aliquod acidorum vegetabilium supra memoratorum, soli spiritui vini admixtum fermentetur; sed hoc quoque saepissime aliqua saltem pinguedine heterogeneo inquinatum esse reperitur. Cum itaque alio atque alio modo et confici et depurari soleat acetum, non potest non idem diversas exhibere proprietates. Generatim tamen ejus duas tantum numerant Chemici varietates.

Acidum acetosum, quod unica distillatione a crassioribus immixtis mucilaginosis salinisque fixis partibus separatum est, deindeque, per congelationem aquae, concentratum, liquidum semper est, et pro menstruo efficaci Gummi-resinarum habetur. Nonnulla quoque olea unguinosa solvit et in sapones acidos mutat. Praeter alias impuritates mucilaginem continet, proptereaque empyreuma sapit et olet, cum denuo distilletur.

Acidum aceticum olim *acetum radicale* seu *acetum veneris* dictum, quoniam ex pigmento, viride aëris appellato, quod oxidum cupri aceto nuptum fovet, distillatione compara-

batur. Idem variis quoque aliis modis parare didicerunt recentiores Chemici, scilicet per distillationem salium neutrorum et mediorum acetum continentium, cum addito acido sulphurico, vel per distillationem aceti concentrati, cum carbonum pulvere mixti, vel per repetitas congelationes atque distillationes aceti vulgaris, vel aliter destructa mucilagine tenaciter aceto adhaerente. Generatur etiam ex plerisque acidis naturalibus vegetabilium, qui ab ebulliente acido nitrico vel sulphurico majorem oxigenii quantitatem sibi adsciscere valent. In temperatura caloris media liquidam servat formam, in calore vero + 12 graduum solidescit, et formam cristallinam glaciei similem assumit, neque iterum liquescit, nisi ad + 16 gradus calefactum fuerit. Liquefactum naturam volatilem prodit odore acerrimo. Saporem habet acutissime acidum. Accenditur facile, admota flamma candelae. Cum spiritu vini aetherem gignit.

Nuper Celeb. Lowitz commemoravit hoc acidum, cum acido muriatico oxigenato mixtum, in duo converti acida distincta; alterum *acido phosphorico* simillimum, alterum cristallisabile, quod formam regularem etiam in aëre temperato conservet.

Quod in acidis vegetabilibus jam enumeratis delitescat hydrogenium principium et carbo, luculenter patet ex aëre inflammabili et carbonacea materia, per ignem separatis. Oxigenii quoque praesentia, tam ex acido carbonico vi ignis expulso, quam ex ipsa genesi acidorum innotescit. Generari enim plurima horum possunt ex diversis vegetabilibus, tractatis cum acido nitrico, vel sulphurico, vel muriatico oxigenato, quae oxigenii parte privantur, et in aërem nitrosum, vel acidum sulphurosum, vel acidum muriaticum purum transmutantur. Similiter quia omnia fere acida vegetabilia naturalia, per acidum nitricum, in aceticum convertuntur, et pleraque itidem in oxalicum, nonnulla in citricum aut tartaricum acidum mutantur; sine ullo erroris periculo concludere licet, aceticum prae reliquis maxima oxigenii quantitate pollere, atque huic secundum esse oxalicum, quod ordine excipere videntur malicum, citricum, tartaricum et benzoicum. Neque tamen asserere licet, solam horum differentiam in diversa oxigenii proportione consistere, cum probabiliter, alia atque alia proportione, etiam reliquae partes constitutivae varient.

Minus cognita sunt acida, quae in vegetabilibus non inveniuntur formata, sed per mutuas tantum decompositiones corporum vegetabilium et acidorum mineralium producuntur.

Acidum camphoricum, quod per abstractionem acidi nitrici super camphoram paravit Cel. Kosegarten, qui solidam ipsi attribuit formam, saporemque acidum amarum, et

Acidum subericum, quod pari processu ex subere produci perhibuit Cel. Brugnatelli, quodque acido oxalico simile esse animadvertit.

Acida *per ignem* solum ex variis vegetabilibus producta, communi nomine *empyreumatica* dicuntur. Talia sunt:

Acidum pyrotartarosum, quod per distillationem tartari obtinetur, simul cum oleo empyreumatico, aëre inflammabili et acido carbonico. Rectificatione depuratur, vix tamen odore et sapore empyreumatico liberatur. Formam semper habere videtur liquidam.

Acidum pyromucosum, quod distillatione sacchari, gummatum, farinae etc. paratur. Saporem habet acidum, acrem, amarum, odoremque quasi ex tostis amygdalis. Liquidum est, et concentratur per congelationem aquae. Igni expositum qua partem immutatum avolat, qua partem in acidum carbonicum, aërem inflammabilem et carbonem resolvitur.

Acidum pyrolignosum, quod ex plurimis lignis elicitur. Rectificatione super carbonum pulverem odore empyreumatico plene privatur et acido acetico simillimum evadit. Satis concentratum etiam in cristallos aceto glaciali similes converti potest. Idem esse videtur, quod ex *Oryza sativa*, atque quod ex *oleo olivarum* distillatione obtinetur acidum.

§. VI.

De Acidis animalibus.

Acida quae oeconomiae animali ortum suum debent, easdem habere videntur constitutivas partes cum acidis vegetabilibus; utrum vero praeterea *azotum* principium, quo abundare corpora animalia solent, contineant, nondum certius constat.

Acidum sebacicum a sebo aliisque pinguedinibus animalium, vel sola distillatione separatur, vel per sales alkalinos terrasve extrahitur. Hoc satis depuratum mediam quasi naturam inter acidum muriaticum et acidum aceticum habet. Liquidam formam etiam in summo frigore tenet, et odore acuto volatilem prodit indolem. Per caloris vehementiam flavescit, qua partem destruitur et acidum carbonicum emittit.

Acidum formicum e formicis, praesertim rufis, tam expressione, quam extractione per aquam elicitur. Volatilitate, forma liquida, et acri sapore acido, pluribusque proprietatibus acetum refert. Ab eodem vero differt peculiari formicarum odore. Distillatione pars acidi destruitur. Per acidum sulphuricum vel nitricum etiam decomponitur, et qua magnam partem in carbonicum acidum convertitur.

Acidum bombicum ex Bombyce exprimi, vel per spiritum vini extrahi potest. Colorem habet flaventem, quem impertire videntur heterogenea soluta. Per ignem in vapores non potest resolvi, nisi destruatur. Acrem habet saporem acidum.

Plura quoque alia Insecta acidos continent liquores, quorum tamen nondum explorata est natura.

Acidum lithicum nomen habet a calculis vesicae, in quibus, cum aliis substantiis junctum, latet. Solidum est, et difficulter ab aqua frigida solvitur, ebullientis vero quatuor tantum aquae partes ad solutionem poscit. Refrigerata solutione secernitur sub forma cristallina. Ab acido nitrico in substantiam rubram deliquescentem convertitur. Alkalia et terras facile sibi adjungit, eadem vero omnibus fere aliis acidis cedit.

E *lacte* duo habentur acida diversa, quorum tamen neutrum in recenti lacte paratum esse videtur.

Acidum lacticum in fero lactis acido invenitur terra animali, saccharo lactis, et substantiis mucosis immixtum. Per solutionem in spiritu vini ab adhaerentibus corporibus heterogeneis separatur. Liquidam plerumque habet formam, si vero per diutinam digestionem evaporet maxima pars aquae solventis, restat substantia acida mucilaginem referens, quae humorem ex aëre avide attrahit. De caetero apprime cum acido malico convenire videtur. Fortiore calore tostum destruitur et acidum emittit empyreumaticum, acido pyrotartaroso simile, simulque nonnihil olei, acidum carbonicum cum aëre inflammabili mixtum.

Acidum saccholacticum ex saccharo lactis per abstractionem acidi nitrici obtinetur sub forma pulveris albi, qua facile distinguitur ab acido oxalico simul prodeunte. Adeo difficulter ab aqua solvitur, ut hujus ebullientis 20 partes poscat. In igne vix liquescit antequam simul nigrescat, tumeat et destruatur; sublimatur enim sal acidum concretum nondum satis examinatum, deinde acidum carbonicum cum aëre inflammabili avolat, tandemque restat materia carbonacea.

Ad Salia acida recentiores Chemici quoque numerare solent corpus aëriforme, nomine *Acidi prussici* distinctum, quod ex hydrogenio, carbone et azoto compositum est, atque per alkalinos sales ex sanguine siccato, aliisque substantiis animalibus et vegetabilibus extrahitur. Hoc peculiari cognoscitur odore, tussim excitante. Ab aqua difficulter suscipitur. Acidi signa neque gustui neque reagentibus prodit. Cum alkalinis salibus conjungi quidem potest, iisdem vero adeo debiliter adhaeret, ut non modo per omnia acida, sed per actionem quoque radiorum luminis, vel solius caloris fugari queat. Oxidis metallicis lubenter adsociatur, ipsisque varios colores pro diversitate metallorum impertitur.

§. VII.

De Salibus alkalinis.

Salia alkalina, quae vulgo pura dicuntur, ut plurimum cum acido carbonico conjuncta sunt; ulterius vero depurantur addita calce usta, a qua subtile acidum fortius attrahitur, et deinde, propter insolubilitatem novi compositi, soluto sale in aqua, facile separatur. Alkalia sic expurgata, ob corrosivam naturam, *caustica* nominantur. Dividuntur in duo genera, quorum alterum *Alkalia fixa*, alterum *Alkalia volatilia* comprehendit.

Alkalia fixa solida sunt corpora, quae igne candefacta liquescunt quidem, non vero facile in vapores convertuntur, nisi in vehementissimo ignis gradu, vel juvante corpore volatiliore ipsis adscito. Aquam avide attrahunt proptereaque in temperato vel frigido aëre collocata cito deliquescunt. Acidum carbonicum etiam lubenter ex aëre captant. Ab alkohole aegrius solvuntur. Vi ignis terram siliceam solvunt, et in aqua solubilem reddunt, si abundet sal alkalinum. Quodsi vero hoc silice saturetur, prodit vitrum nec aquae nec acidis pervium. Terram argillaceam quoque fusione solvunt, sed parcius. Succedit quoque solutio harum terrarum via humida, modo satis divisae fuerint. Olea unguinosa suscipiunt, et in *sapones* convertunt et aqua et alkohole solubiles. Acidis tamen lubentissime adjunguntur, quamobrem tam terrae quam olea ab alkalibus fixis soluta, addito vel debilissimo acido, praecipitantur. Horum duae sunt species:

Potassa s. Alkali fixum vegetabile, sic dictum, quia in cineribus arborum, plurimarumque herbarum, nec non in multis vegetabilium succis invenitur. Rarius in corporibus regni fossilium detectum est. Pro fortissimo habitum est, quoniam alios sales alkalinos, attractione ad acida, vincit. Partes ejus constitutivae ignotae sunt. Calcem in ipso latere nonnulli ex suis experimentis concluserunt; horum tamen assertio confirmatione adhuc eget.

Soda s. Alkali fixum minerale in regno minerali passim comparet acido aëreo, muriatico et interdum quoque aliis acidis nuptum. Idem tamen in multis vegetabilibus, prae-

sertim maritimis, atque in animalibus quoque humoribus non raro latet. In igne nonnihil volatilius quam potassa esse videtur. Nonnulli magnesiam partem hujus salis constituere existimarunt, fatendum tamen est, compositionem ejusdem hactenus plane ignotam esse

Alkali volatilis nonnisi una cognita est species, quam nomine Ammoniacae distinguunt recentiores, quoniam pars est salis ammoniaci. Hoc alkali aquae associatum liquidam habet formam; aqua vero cum sit longe volatilius, etiam in frigidiore temperatura facile avolat, et acerrimo atque pungente odore suam praesentiam prodit. Aqua privatum aëris formam, in summo quoque frigore, servat. Cum aëre vitali mixtum inflammari potest. Cum spiritu vini aquae ac cum aqua facile conjungitur et calorem sensibilem excitat. Acida salia secum conjuncta alkalibus fixis, barytae et calci cedit, argillam et silicem attractione superat, cum magnesia aemulatur. Distillatione obtinetur ex omnibus fere corporibus animalibus, nonnullisque vegetabilibus acri odore praeditis. Sub putrefactionibus, inprimis corporum animalium, magna copia producitur. Experimentis recentiorum Chemicorum tam analyticis quam syntheticis constat, hoc sal ex principiis *hydrogenio* et *azoto* compositum esse. Propterea nonnulli per analogiam autumaverunt reliqua quoque alkalia azotum fovere, atque basin aëris azotici convenienter principium *Alkaligenium* appellari posse, quemadmodum basis aëris vitalis oxigenii nomine venit.

XIII.

De natura carbonis vegetabilis *).

§. 1.

Notissimum est corpora organica fere omnia, vegetabilia inprimis, admotum sibi ignem facile concipere, et, si non desideratur liber accessus aëris atmosphaerici, ita consumi, ut tandem nihil praeter *cineres* incombustibiles supersit. Quod si vero, antequam eo usque consumta sint, cum penitus ignita fuerint, clauso aëre suffocentur aut aliter exstinguantur, converti eadem deprehenduntur in *carbones*, quae solida sunt corpora, parum cohaerentia, atro conspicua colore, quo etiam alia corpora sibi affricata inquinant. Similes omnino carbones obtinentur ex vegetabilibus quae in vasis ita clausis, ut vaporibus quidem intra sitis exitus, aëri vero externo nullus pateat aditus, vehementi et diutino ignis gradui exponuntur; expulsis namque sub forma vaporum aquosis, oleosis, salinis ceterisque volatilibus partibus, restat in vase carbo, qui solus ignis vehementiae resistit, et formam atque structuram corporis tosti plerumque servat. Ex fumo quoque corporum organicorum flagrantium refrigerato secerni videtur pulvis tenuissimus niger, qui forma tantum a carbonibus differt, et nomine *fuliginis* distingui solet.

Has substantias, licet forma diversas, in praecipuis tamen, quae tum distingui poterant, proprietatibus convenire perspexerunt antiquiores Chemici. Observarunt nempe neutram earum in summo ignis gradu liquescere, nedum in vapores totam converti, nisi forte ab aliis corporibus solvatur vel admisso aëre cremetur: in aëre vero libero ignem sibi applicatum omnes facile concipere, fortiter retinere et sine fumo fere totas consumi, simulque exhalationem fundere respirantibus animalibus adeo perniciosam, ut haec ipsa protinus sine sensu necet; atque peracta sic combustione, residuum esse cinerem album non inflammabilem, plerumque ex sale alkalino fixo, salibus neutris et terris compositum.

---

*) Diss. chemica de natura carbonis vegetabilis. Aboae 1798.

Ex hisce observatis phaenomenis intellexerunt, carbones vegetabiles ex duabus partibus natura diversis effici, altera inflammabili, quae ardendo in aëre dissipatur, altera prorsus non inflammabili. Partem inflammabilem pro oleo habuerunt vegetabili, quod cum primam ignis vim effugerit, cineribus affixum mansit; neque dubitaverunt, quin hoc in omnibus carbonibus ejusdem esset naturae, quoniam omnem quam noverant carbonum diversitatem a circumstantiis externis et fortuitis satis explicare poterant. Sic ex diversa carbonum densitate facile erat intellectu, cur alii prae aljis magis essent inflammabiles, sive cur citius ignem sibi applicatum acciperent, scilicet qui propter minorem partium cohaerentiam liberiorem aëris accessum admitterent. Similiter interpretati sunt, diversos ignis gradus per ustionem diversorum carbonum provocatos non a dissimili materia inflammabili derivandos esse, sed ab inaequali ejusdem quantitate, quae propter differentem carbonum structuram, sub dato tempore aëri patere et igni alendo inservire possit. Neque difficultatem parere potuit, quod fuligines a solidioribus carbonibus in eo differrent, ut olea empyreumatica salesque volatiles non raro exhiberent; etenim apertum fuit, corpora haec volatilia peregrinas esse substantias extrinsecus tantum materiae carbonaceae adhaerentes, hisce namque per vim ignis separatis, superstitem invenerunt fuliginem fixam, qua omnes proprietates cum pulvere carbonum tenuissimo convenientem.

Partem alteram carbonum, quae non inflammabilis est, ex salina et terrea substantia compositam esse, obvium fuit. Apparuit quoque salinam partem neque qua quantitatem neque qua qualitatem in omnibus carbonibus eandem esse. Terram vero cinerum, cum ab omni salino ita liberata, ut adfusa aqua calida inde plane insulsa rediret, sibi semper similis videretur, neque in igne liquesceret, elementarem et simplicissimam esse crediderunt, omnibusque vegetabilibus communem; eandem propterea nomine *Terrae vegetabilis* distinxerunt.

§. 2.

Utramque carbonum partem recentiores Chemici accuratius examinaverunt, veramque ipsarum indolem cognoscere didicerunt. Sic non solum diversa salia in cineribus haerentia melius quam praedecessores distinxerunt, sed terram quoque sic dictam vegetabilem, per analysin chemicam invenerunt neque simplicis esse naturae, neque diversam a terrae speciebus in regno minerali obviis, sed ex pluribus harum compositam. Observaverunt et salia et terras in diversorum vegetabilium cineribus diversa esse, atque proportionem quantitatum variam, tam inter salia et terras, quam inter utraque et inflammabilem carbonum partem; interdum alkalinum partem salis desiderari, interdum totius cineris copiam adeo esse exiguam, ut nihilo aequivalere videretur. Itaque cum omni respectu inconstans sit ratio cinerum in carbonibus vegetabilibus, jure concluserunt Chemici neque illos ad essentiam carbonum pertinere, sed pro peregrinis substantiis habendos esse, quibus etiam absentibus salva possit esse carbonum natura, quae igitur ab inflammabili parte tota dependeat.

Conjecturis quidem initio ad varias opiniones ducti sunt, antequam veram hujus indolem cognoscerent. Sic, cum sine fumo et fuligine ardere, auramque spiritibus animalium perniciosam exhalare viderentur carbones, probabile primum fuit inflammabilem eorum partem similem esse sulphuri minerali, quod easdem exhiberet proprietates. Nonnulli quoque partes

vere sulphureas in carbonibus inventas fuisse contenderunt, cum ex carbonum pulvere et potassa vulgari commixtis et liquefactis hepar sulphuris sive sulphuretum potassae obtinerent. Hanc vero experientiam non sufficere ad rem probandam, vel inde patet, quod potassa vulgaris numquam non sulphatem potassae habeat immixtum, cujus acidum, per carbones, vi ignis, in sulphur convertitur. E contrario autem satis evictum est, nihil sulphuris prodire, ubi sal alkalinum purum cum carbonum pulvere funditur.

Probabilior aliis videbatur opinio, quod inter omnia corpora inflammabilia, simplicissimum sit, quod in carbonibus reperiatur; sive quod idem nihil differat a phlogisto elementari *Stahlii:* per carbones enim omnia reduci possunt metalla oxidata ad formam metallicam; plurimaque alia corpora inflammabilem naturam, quam per combustionem perdiderant, recuperant, ubi cum carbonibus mixta in igne liquescunt. Sed neque haec sententia diu persistere potuit, quia nullo argumento demonstrari quiverat ipsam substantiam carbonis in metallis omnibus aliisque corporibus inflammabilibus latitare.

Propius ad naturam carbonum cognoscendam accesserunt Chemici, cum ipsa phaenomena combustionis eorundem accuratius investigarent. Innotuit tum, halitum illum pulmonibus infestum, qui ex ardentibus prunis surgit, ex inflammabili carbonum parte produci, eundemque simillimum esse corpori aëriformi alibi paulo antea detecto, quod nomine *aëris fixi, gas mephitici,* vel *acidi aërei* e. s. p. venerat. Itaque Chemici theoriae Stahlianae adhuc addicti concluserunt carbones vegetabiles esse sulphuris speciem, quae ex hoc subtili acido cum phlogisto satiato constituatur. Hodierni vero, qui omnem combustionem ex connubio corporis inflammabilis cum oxygenio interpretandam esse intelligunt, inflammabilem carbonum partem pro simpliciore corpore habent, quod adsociato sibi oxygenio, naturam adquirit acidi aërei. Hoc quoque acidum, secundum leges novae nomenclaturae chemicae, a radicali suo, quod ex carbonibus venit, denominandum, *acidum carbonicum* appellaverunt.

§. 3.

Quo melius intelligatur, quid de natura et compositione partis inflammabilis carbonum censendum sit, exponamus oportet praecipua phaenomena, quae ad rem cognoscendam conducant.

Observatum vero est:

1:o. Carbones vulgares in vasis clausis per ignem candefactos, initio magnam emittere copiam aëris inflammabilis cum acido carbonico mixti; deinde vero immutatos manere quantumvis ignis gradus augeatur. Quod ex carbonibus superest, pondere tantum diminutum esse deprehenditur, quantum effecerat gas expulsum, de cetero omnibus carbonum notis praeditum. Proptereaque si ad carbones hos ignitos aër admittatur, toti in acidum carbonicum convertuntur, pondere ipso superans pro ratione oxygenii absorpti.

Hinc patet in carbonibus vulgaribus adesse materiam inflammabilem a substantia carbonis fixa diversam, basin scilicet aëris inflammabilis, quae vi ignis separari potest et in formam elasticam redigi.

2:o. Compertum est, carbones ab omni corpore volatili immunes facile absorbere fluida quaecunque elastica, quae ipsos refrigeratos tangant, eadem elatere privare et secum conjungere.

Nova haecce connubia ignis plerumque iterum dissolvere valet, restituendo corpora absorpta in formam, qua privata fuerant, elasticam. Et sic quidem carbo integer remanet, qualis ab initio fuerat, si fluidum expulsum nullam habuerit vim carbonem solvendi, ex. gr. ubi gas azoticum, acidum carbonicum etc. absorpta fuerint, interdum vero pondere diminutus, soluta nempe aliqua ejus parte a fluido, quocum sub forma aëris abit.

Hoc in casu fluidum ipsum non numquam pristinam adhuc servat indolem, parum tantum mutatam, ut gas hydrogenium, quod iterum sub forma aëris inflammabilis, sed specifice quam antea ponderosioris comparet; interdum vero idem omnibus notis, excepta forma aërea, differt a pristina natura, ut gas oxygenium quod sub hac operatione convertitur in acidum carbonicum.

3:o. In ceteris maxime memorabile est, aquosos vapores ad prunas candentes conductos, ita decomponi, ut alteram sui partem sive oxygenium carbonibus tradant, quo ipso altera pars, sive hydrogenium, aëris inflammabilis naturam acquirit. Quamobrem si diutius ita candentes vaporibusque aquosis expositi teneantur carbones, diminui iidem, quamdiu aliquid restat, videntur, eorumque in locum progigni duae aëris species, acidum carbonicum et gas hydrogenium; si vero refrigescant carbones, antequam consumti sint, hi bases duarum aëris specierum modo naturam, qua partem saltim absorbere, et elatere statim privare observantur, atque ipsi simul ad naturam carbonum vulgarium redire.

His consideratis, facile explicare licet causam phaenomeni, cujus mentionem in momento 1:o fecimus, quod scilicet ex vulgaribus carbonibus semper et gas hydrogenium et acidum carbonicum per ignem obtineantur: vegetabilia enim semper aliquid aquae continent, quod, accensis illis, in vapores convertitur, et prunas nascentes tangit. Similiter quia aër vulgaris immixtas sibi semper habet partes aquosas, carbones in aëre ardentes numquam non vaporibus aquosis circumdati sunt; eosdem itaque secundum mom. 3:um decomponant necesse est, et aëris species genitas secundum mom. 2:um absorbeant.

Ex his itaque concludimus in parte inflammabili carbonum vulgarium, quamvis ex duabus materiis natura diversis composita sit, hydrogenium pro peregrina substantia, casu carbonibus immixta, habendum esse, alteram vero materiam, ex qua per combustionem acidum carbonicum produci potest, carbonis propriam esse vel essentialem partem. Hanc propterea nomine *Carbonii* distinguunt Chemici.

§. 4.

Nonnulli quidem haud ambiguae laudis Chemici carbonium pro ficta substantia nusquam obvia habuerunt, quia idem ex carbonibus vulgaribus vix ac ne vix quidem ab omni heterogeneo immixto nudum obtinere et tractare potuerunt.

Nobis vero nulla adesse videtur ansa dubitandi, quin pars inflammabilis carbonis sufficienti ignis gradui exposita, modo postea a contactu corporum, quae absorberi possunt, plene

exclusa fuerit, pro vero carbonio habenda sit, neque ipsius cognitioni officere exiguam cinerum quantitatem, qua immixta fere semper est, quoniam haec nihil mutare videtur inflammabilitatem carbonum vegetabilium. Attamen cum omnia fere experimenta, quibus carbonii naturam detegere voluerunt Chemici, hucusque cum carbonibus vulgaribus instituta sunt; fateamur oportet, nondum omnes carbonii puri caracteres esse exploratos.

Inflammabilitate quidem carbonium omnia alia corpora antecellere videtur, quatenus oxygenium ex omnium consortio accipere valeat, inprimis ubi sufficiens adsit ignis gradus. Nihilominus idem, quia in vapores converti nequit, ab igne sibi applicato non facile consumitur, nisi adeo fuerit divisum, ut ad minimas quasque partes liberrime accedere queat aër. Itaque hydrogenio admixto tribuendum est, quod vulgares carbones facillime ardeant, et imprimis quod, simul phaenomenon flammae coerulescentis conspiciendum praebeant; flamma enim, cum semper ex vaporibus corporum in aëre ardentibus consistat, prodire non potest, ubi combustibile corpus plane non est volatile.

Hinc facile explicatur phaenomenon metallurgis saepius visum, quod carbones in magnis furnis, sub mole lapidum cinerumque incumbentium ita exstincti, ut sub refrigeratione neque aquae vapores neque aërem tangere potuerint, difficillime iterum accendi queant; in his enim nihil hydrogenii adest,. e contrario pori carbonum oppleti sunt acido carbonico, et forsan azoto, quae ignem extinguere potius quam alere valent.

Multiplici praeterea evincitur experientia, facultatem carbonum ignem accipiendi et deflagrandi per hydrogenium multum augeri. Immo adeo interdum inflammabiles ex hoc consortio evadere carbones, ut sponte sua, etiam in frigido aëre accendantur et penitus comburantur, docere videntur experimenta varia cum pyrophoris facta, iis inprimis, qui ex pulvere carbonum oleis imbuto confecti sunt.

Libenter adeo secum invicem consociari videntur carbonium et hydrogenium, ut in quacunque fere proportione jungi possint. A natura quidem infinita fere varietas progigni observatur corporum ex duobus hisce principiis compositorum; quotquot enim ex regno vegetabili habentur substantiae inflammabiles, olea fixa, volatilia, gummata, resinae, ardentes spiritus ceteraeque ex illis potissimum constituuntur, quibus interdum azotum, interdum oxygenium parva proportione adjunctum reperitur. In corporibus regni animalis non minus frequenter conjunctae sunt eaedem substantiae, ita tamen ut uberior azoti quantitas ubique fere adsit; a qua etiam derivandam esse putamus differentiam inter carbones animales et vegetabiles, quod illi longe difficilius quam hi ab igne consumantur; ponentes nempe gas hydrogenium non facile a carbonio suscipi, cum hoc antea habeat azotum secum junctum. Carbonium etiam a gas hydrogenio solvi posse, et in aëris inflammabilis speciem converti, jam in §:pho praecedenti monuimus. Tales aëris species naturales ex paludibus haud raro surgere observantur, adeo carbonio onustae, ut pondere specifico gas hydrogenium purum octies superent.

Utrum cum sulphure vel phosphoro quoque conjungi possit hydrogeninm, nondum certius constat; cum metallis idem facile adsociari, docet exemplum ferri, quod numquam fere non aliquid carbonii continet, cum majore ejusdem quantitate constituit chalybem vel ferrum

crudum a), et si maximam mixti partem carbo efficiat, in plumbaginem sive carboretum ferri convertitur.

Ex pluribus phaenomenis observatis admodum probabile est, cuprum quoque, zincum, stannum et plumbum plus minus carbonis suscipere et secum jungere posse; sed haec et reliqua metalla nondum hoc respectu satis examinata sunt.

Nondum certius constat, utrum a salibus terrisque suscipi possit carbonium purum. Ab acidis, quae oxygenium libenter cedunt, facile comburitur et in acidum carbonicum convertitur, inprimis si adsit sufficiens ignis gradus; sic detonatione per nitrum, vel muriatem oxygenatum facillime consumi carbonium, notissimum est

Pulvis carbonum vulgarium cum salibus alkalinis fixis in igne fusus ab hisce solvitur, sed explorandum restat, num etiam carbonium purum hanc societatem inire possit; cum multa suadeant phaenomena, ut credamus hydrogenio cum carbonibus adunato solutionem istam deberi. Certum est, corpora organica plurima, quae ex hydrogenio et carbonio constant, in variis menstruis, quae carbonium solum non suscipiunt, facile solvi.

---

a) Nonnulli quidem putaverunt praecipuam differentiam inter ferrum crudum et malleabile consistere in ferro oxidato, quod numquam non in ferro crudo adesse perhibent. Sed quoniam oxidi ferri quantitas in varietatibus ferri crudi admodum diversa est, et in nonnullis fere desideratur, hoc oxidum potius pro peregrina substantia occasionaliter in ferro crudo immixta quam pro parte ipsius necessaria habendum esse censemus. Itaque quia chalybs, qui ex ferro et carbonio consistit, longe adhuc majore carbonii copia onerari potest, adeo ut metallica demum densitate orbetur, crudum ferrum rectius pro substantia inter chalybem et plumbaginem media habendum esse credimus, similiterque chalybem medium occupare locum inter ferrum cusum molle et ferrum crudum

XIV.

De acido carbonico *).

§. 1.

Quamvis non ignoraverint veteres Chemici, vapores elasticos aërem mentientes interdum ex corporibus solidis aut liquidis produci, cum haec vel igne tosta, vel secum invicem mixta, vel in data temperatura caloris humiditatisque constituta essent, de explicatione tamen horum phaenomenorum eosdem non multum sollicitos fuisse invenimus. Neque ob scientiam parum adhuc cultam rem accurate satis investigare potuisse videntur, ut veram cognitionem de origine et natura talium halituum acquirerent. Joannes Baptista van Helmont Bruxellis natus, celebris ad finem saeculi XVI:ti Chemicus, cum studiosius, quam ante illum alii, ad phaenomena fermentationum attenderet, observavit aëris quandam speciem ad respirationem animalium et ignem sustinendum ineptam sub his operationibus progigni. Cum vero non dubitaret, quin alia fluida elastica, pariter ab aëre atmosphaerico diversa, quae alibi orirentur, ad idem genus essent referenda, omnia communi nomine *Gas sylvestris* appellavit, quoniam non approbandum ipsi videbatur nomen *Spiritus*, quo eadem nuncupaverant anteriores. *Sylvestria* vero vel *incoërcibilia* haec corpora dicebantur, quod in frigore non concrescerent, ut vapores corporum liquidorum, ideoque nec in vasis Chemicorum tractari possent, sed magno interdum cum discrimine et damno, ubi subito nascerentur, omnem apparatum dirumperent. Ex aqua in corporibus inhaerente derivandos esse tales halitus elasticos, non sine magna probabilitate judicavit Stahlius aliique plurimi, qui rarius ex corporibus siccis, saepissime ex humidis eosdem obtineri animadverterunt. Neque tamen certius persuasi fuerunt, utrum iidem in corporibus ante factam mutationem concreti laterent, an vero sub ipsa operatione, qua prodirent, primum generarentur. Robert Boyle ex multiplici quidem experientia conclusit

*) Diss. chemica de acido carbonico. Aboae 1798.

aërem non raro in corporibus ita concrescere, ut solidam formam acquirat. Idem de suo *spiritu nitro-aëreo* (qui cum nostro *aëre vitali* coincidit) observavit Joannes Mayow. Nihilo tamen minus post illos adeo adhuc dubia res fuit, ut Steph. Hales, qui summum laborem et ingenii acumen in his rebus examinandis impenderat, pro verissimillimo haberet, omnia fluida elastica in eo tantum ab aëre vulgari discrepare, quod immixtas habeant peregrinas substantias, quibus elasticitas aëris vel aucta vel diminuta esset; cum nullo experimento de eo certior fieri potuisset, quod aliqua species aëris ab ullo corpore tota quanta ita absorberetur, ut nihil fluidi elastici ex illa superesset a). Magnus quoque Herman Boerhaawe de natura halituum elasticorum loquens, dubitatum sibi fuisse fatetur, *an omne illud foret quidem ejusdem ita naturae, ut eodem nomine aëris elastici appellari deberet? an vero corpora, certa lege resoluta in partes minimas, amissa natura sua prima, forte vera transmutatione, permutentur in aërem hunc elasticum, qui dein rursum concretus aliis iterum firma redderet nova corpora? an adeoque praeter aërem communem elasticum, aliud illi simile, non idem, in rerum natura obtineret* b)?

§. 2.

Itaque non obstante experientia illustrium naturae scrutatorum Boyle et Hales, qui vaporem aëriformem et ex salibus alkalinis lapidibusque calcareis, ignis vel acidorum ope produci, et ab alkalino sale interdum elasticitate sua iterum qua partem saltim privari viderant, obscura tamen adhuc fuit Chemicorum notio de origine hujus aëris speciei, atque de mutatione corporum ex quibus obtinebatur, antequam celebris Edinburgensis Chemicus J. Black, novis quoque experimentis innixus, statueret, corpus hoc aëreum, licet elasticitate orbatum, de cetero tamen paratum jam latitare in corporibus illis solidis, unde elici possit, eidemque adscribendas esse omnes proprietates, quibus magnesia alba vulgaris atque lapides calcarei, ab iisdem terris igne ustis differant c). Hanc vero theoriam mox impugnavit, eandemque et experientia, et demonstrationum evidentia refellere conatus est acutissimus Osnabrugensis Joh. Frid. Meyer, qui cum parvi momenti esse judicaret experimenta Chemicorum Britannicorum, rem de novo examinandam suscepit, suoque tandem labore detectum fuisse autumavit, mitiorem naturam terrae calcareae vulgaris, huic esse propriam, igneam vero vim, quam sub ustione acquirit, quamque cum salibus alkalinis etiam communicare valet, venire a peculiari substantia acida ex igne attracta, quam *causticum* sive *acidum pingue* appellavit d). Sic inter Chemicos orta pugna litteraria memorabilis eosdem in duas partes per aliquod tempus divisit, ex qua demum, cum omnia phaenomena sollicite pensitata et multis experimentis illustrata essent, victores redierunt, qui Blackium secuti sunt. Corpus novum, quod ita feliciter defenderant, datum ab inventore nomen *aëris fixi* servavit, quoniam nondum

a) Vegetable Statics, Chap. VI.

b) Elementa Chemiae, Tom. I. De aëre.

c) N. Vers. u. Beob. v. ein. Gesellsch. zu Edinburg.

d) Chymische Versuche zur nähern Erkenntniss des ungelöschten Kalchs.

cognitum erat, alias quoque aëris species pariter cum corporibus concrescere et fixam formam acquirere posse. Observaverunt insuper, hanc aëris speciem non differre ab illa, quae ex corporibus fermentantibus surgit, eandemque etiam sub forma elastica naturalem quandoque re periri, praesertim in cavernis subterraneis, ubi infimum locum, propter pondus specificum, pondere aëris duplo superius, occupat; intellexerunt gratum saporem liquorum fermentatione paratorum et titillantem suavitatem aquarum acidularum ex eadem venire. Tandem Illustri inter nostrates Chemico TORBERNO BERGMAN successit naturam hujus fluidi penititus cognoscere, cum ex serie experimentorum novorum videret omnes notas salis acidi eidem competere. Itaque ipsi nomen *acidi aërei* dedit, tum propter formam aëris, qua semper gaudet, ubi nullis retinetur vinculis, tum quod partem aëris atmosphaerici idem numquam non efficeret. Sic per conjunctum laborem multorum Chemicorum, qui in investiganda natura diversarum aëris specierum occupabantur, innotuit acidum aëreum, quamvis elastica forma et pelluciditate cum aëre atmosphaerico conveniat, ab hoc tamen aeque ac ab aliis fluidis elasticis differre, 1:o quod pondere specifico atmosphaericum aërem bis superet. 2:o quod respirationi adeo ineptum sit, ut animalia pulmonibus praedita in ipso inclusa necet, quapropter etiam nomine *Gas mephitici* a Celeb. MACQUER aliisque appellatum fuit. 3:o quod igni alendo non inserviat, flammam vero corporum ardentium protinus extinguat. 4:o quod facile conjungi posssit cum aqua frigida, quae plus quam aequale ejus volumen absorbere valet, et gratum saporem acidulum ex eo acquirit: *aquam aëratam* dixerunt. A calida vero aqua idem non suscipiatur, cum potius omne acidum aëreum per ebullitionis calorem ex aqua aërata fugari possit. 5:o quod et sapore et omnibus proprietatibus acidam prodat indolem, salia alkalina terrasque in salia neutra vel media convertendo, corpora ab illis soluta praecipitando, et cetera. 6:o quod adeo antisepticum sit, ut non modo corruptionem corporum futuram arcere, sed praesentem etiam putredinem cohibere et corrigere valeat.

§. 3.

Quod ad compositionem hujus acidi attinet, fundamentum quo cognitio ejus hodierna innititur jecerat ingeniosissimus C. W. SCHEELE, qui suis experimentis extra omne dubium posuit acidum aëreum ex carbonibus sub ustione ita produci, ut tota carbonum pars inflammabilis in illud transmutari videatur. Itaque cum illo tempore corpora omnia inflammabilia ex duobus principiis composita esse putarentur, altero, principio inflammabili sive *Phlogisto* STAHLII, altero, parte non inflammabili, quae per ustionem a suis vinculis liberata, sub genuina forma compareret, carbones quoque compositos esse censuerunt Chemici, ex phlogisto et acido aëreo, eosdemque nomine *sulphuris* appellaverunt, quo generatim salia acida per phlogiston dulcefacta distinguere voluerunt, propter similitudinem cum sulphure minerali, quod ex acido vitriolico et phlogisto constitui credebatur.

Ex iisdem phaenomenis per novam theoriam explicatis concludunt Chemici hodierni, in carbonibus non ipsum acidum aëreum, sed radicem solummodo vel basin ejus contineri, quam, ut ab impuris, quales vulgares sunt, carbonibus distinguant, *carbonium* nominaverunt. Ipsum vero acidum, cum ex carbonio et oxygenio, sive basi aëris vitalis, sub combustione

carbonum conjunctis nascatur, jam *acidum carbonicum* vocant, quo natura ejus ex ipsa denominatione melius significetur. Hoc quidem acidum generari observaverunt, non solum ubi in aëre vulgari aut vitali comburuntur carbones, sed etiam ubicunque carbonium ex societate aliorum corporum sibi arripere valet oxygenium. Sic produci observatum est acidum carbonicum ex vaporibus aquosis, qui ad carbones candentes conducti fuerunt. Similiter ex carbonibus cum nitro mixtis, per detonationem obtinetur acidum carbonicum, destructo acido nitrico, quod suum oxygenium carbonibus tradit. Pariter sulphuricum acidum in partes suas constitutivas per carbones resolvitur; liberato namque, vi ignis, sulphure, prodit acidum carbonicum ex carbonio cum oxygenio acidi sulphurici consociato. Notissimum quoque est, metallica oxida producendo acido carbonico inservire, cum eadem, juvante ignis gradu sufficiente, per carbones ad formam metallicam reducantur.

Ex his phaenomenis per accuratissima experimenta investigatis, et maxime quidem per exactissimas observationes illustris inter hujus aevi Chemicos Lavoisier detectum fuit 100 partes acidi carbonici ex 28 partibus carbonii et 27 partibus oxygenii constitui. Itaque et illi et plurimis aliis per synthesin chemicam sufficienter demonstrata esse videbatur compositio hujus acidi.

§. 4.

Quia vero, secundum omnium consensum, tum demum pro certa et indubitata habenda est cognitio de corporis cujusdam compositione, cum hanc et analysis et synthesis confirment, desideratum adhuc a Chemicis fuit, ut etiam partes constitutivas ex acido carbonico separarent; atque cum propter intimam harum partium connexionem, non facile succedere videretur haec disjunctio, nonnulli propter deficientem analysin erroneas fuisse conclusiones syntheticas judicaverunt, et veram propterea naturam acidi carbonici nondum fuisse detectam. Neque tamen prorsus infructuosos fuisse conatus eorum, qui via analytica partes hujus acidi ante oculos sistere voluerunt, ex duobus potissimum experimentis inferre licet. Alterum ab inclyto Chemico Londinensi Tennant primum factum est cum carbonate calcis vel alkali fixi, qui phosphoro admixtus in certo caloris gradu nigrum acquisivit colorem a separato carbonio derivandum, quo ipso phosphas calcis vel alkalinum prodiisse observabatur. Hinc evidenter patere visum est, oxygenium ex acido carbonico per phosphorum ereptum fuisse, atque carbonium nudum relictum. Alterum experimentum nos cum solutione carbonatis ferri ita instituimus, ut solutionem ferri in aqua aërata limpidam super ignem ebullire faceremus, quo facto ferrum e solutione separatum et in pulverem atrum ex oxido ferri et carbonio compositum conversum fuisse observavimus, et intelleximus ferrum solutum, cum parum tantum oxidatum esset, majorem oxygenii quantitatem ex acido carbonico sumsisse, et carbonium ex pristina societate depulisse. Cum vero ex his phaenomenis nondum accuratius determinari potuerit, quantum carbonii et oxygenii ex data quantitate acidi carbonici obtineri queat, fateamur oportet hujus analysin nondum esse perfectam, atque ejus circumstantias sollicita cura adhuc propius esse examinandas. Neque experimentis hucusque factis certius constat, utrum acidum carbonicum per corpora vegetantia ita decomponatur, ut carbonium, quod in omnibus vegetabilibus eximiam partem efficit, ipsis tradat. Celebris quidem Sennebier aliique, qui

varia experimenta instituerunt cum frondibus vegetabilium in aqua aërata inclusis, statuere voluerunt, quod aër vitalis, qui ex foliis vegetabilium radiis solaribus expositis vaporat, ex carbonum acido destructo veniat, ex quo aperte etiam pateret, eidem acido illa debere suum carbonium; alii vero, experientiam itidem adducentes, contra illos putaverunt omne carbonium, ex quo alimentum habent vegetabilia, nonnisi immediate per solutionem aquosam carbonii nudati in succos eorum transire, et aërem vitalem, quem exhalant folia vegetantium, omnem ex decomposita aqua derivandum esse. Itaque haec quoque phaenomena ulterius omni diligentia examinanda sunt, antequam certius concludi possit, utrum sub vegetatione disjungangur partes acidi carbonici elementares, necne.

§. 5.

Neque facilis indaginis est invenire veram rationem attractionis mutuae inter partes acidum carbonicum constituentes cum haec attractio mutua partium interdum major esse, quam inter alterutram et corpora quaecunque alia, interdum vero aliis omnibus inferior esse videatur. Majorem quidem attractionis gradum habere cernitur oxygenium ad carbonium, quam ad alia quaecunque corpora, si consideramus, nondum ulla alia corpora, saltem non per simplices attractiones aut oxygenium aut carbonium, quantum hucusque constat, ex acido carbonico eripere potuisse, cum potius carbonium, in elevatiore caloris temperatura positum jacile avellat oxygenium ex omnibus aliis corporibus combustis, quae sic in statum inflammabilem restituuntur. Sic hydrogenium ex aqua, metalla omnia ex suis oxidis, phosphorus et sulphur ex suis acidis, mediantibus carbonibus separantur, simulac ex suis partibus componitur acidum carbonicum.

Sed cum his observationibus primo intuitu non quadrare videntur phaenomena in inferiore caloris temperatura explorata; in hac enim nullum corpus ustum, carbonii ope ad inflammabilitatem reduci potuit, neque desunt phaenomena, quae sic prorsus contrarium ordinem attractionis oxygenii obtinere indigitant. Sic accensis corporibus vegetabilibus, inflammari primum videtur hydrogenium, quo cum aliis partibus volatilibus consumto, ultimo omnium adversus ignis vim resistere deprehenditur carbonium. Similiter corpora organica plurima vicissitudinibus aëris exposita, carbonium fere solum inter partes inflammabiles intactum servant, cum ceterae omnes pedetentim perdantur.

Itaque quia phaenomena decompositionis acidi carbonici non facile ex simplicibus attractionibus electivis inter oxygenium et corpora inflammabilia explicari posse putarentur, eadem rectius per duplices attractiones chemicas interpretari conati sunt, qui in vehementiore ignis gradu, non caloricum solum considerandum venire, sed luminis quoque caussam tribuendam esse materiae peculiari subtilissimae a calorico diversae, quae vires in alia corpora exercere valet. Phaenomenon lucis, quod saepissime observatur, ubi corpus inflammabile ardendo inflammabilitatem perdit, ortum suum habere existimaverunt ex subtili illa materia, quae propterea partem efficiat et carbonii et corporum omnium inflammabilium, adeoque cum ipso *phlogisto Stahlii* analoga sit. Secundum horum sententiam corpus ustum per aliud corpus inflammabile reducitur, ubi materia luminis ex hoc ad illud transit, simulac oxygenium vicissim ex illo ad hoc per duplicem attractionem migrat.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY MASS.

Probabile quoque est combustionem carbonii interdum etiam sine lumine, per alias vires accelerari, notum enim habemus inflammabilitatem carbonii per admixtum hydrogenium multum augeri. Ex duplicibus vel multiplicibus, simul agentibus viribus attractionum explicanda esse phaenomena in §:pho praecedenti adducta, quibus acidum carbonicum etiam in minore caloris temperatura destrui videtur, satis omnibus est perspectum; idem quoque valet de acido nostro per fermentationes vinosas et acidas producto, ubi secum invicem implicitae sunt plures corporum organicorum partes. Neque prorsus a veritatis specie alienam existimamus esse opinionem eorum, qui absque hydrogenio nunquam generari posse acidum carbonicum autumaverunt, a quibus parum differre videntur, qui et acidum carbonicum et omnia luida elastica sine aqua secum consociata nusquam comparere censuerunt.

XV.

Bemerkungen über den Begriff des Kohlenstoffs *).

Vom Hrn. Professor Gadolin.

Nebst einigen Anmerkungen vom BR. von Crell.

(Die folgenden Bemerkungen sind eine Uebersetzung im Auszuge von einer zu Åbo gehaltenen Dissertation des Hrn. Prof. Gadolin unter dem Titel: *Animadversiones in Commentationem nob. de Crell de notione carbonii, quam Praes. M. Joh. Gadolin etc. pro gradu philosophico publico examini proponit Isaac. Montin. V. D. M. Ostrobotniensis d. 16 Jun. 1801. p. 14.* Ich theile diese Schrift (die erste, die gegen meine Sätze im philosophischen Zusammenhange geschrieben ist), gern mit, weil sie von einem einsichtsvollen Manne mit Forschbegierde und Liebe zur Wahrheit verfasst ist, und der auch, als Gegner, doch mein (persönlich gekannter) geliebter Freund bleibt, dessen Gefälligkeit ich selbst diese Dissertation, nebst mehrern chemischen, verdanke. Die mich betreffende ist ganz übersetzt, bis auf den Eingang (der die zur Verständlichkeit nöthigen, sonst bekannten Sätze, nebst einigen sehr freundschaftlichen Aeusserungen gegen mich, enthält), und den Schluss, der kurzgefasst meine Versuche über die, in blossem Wasser aufgezogenen Pflanzen beschreibt. Ich habe einige Anmerkungen beygefügt, die sogleich zur Erläuterung dienen können. Ich werde aber meine Gegengründe gegen die Hauptsätze dieser Schrift in einem besondern gleich folgenden Aufsatze der bessern Uebersicht wegen vortragen.

Ich bekenne, ich wünsche mir mehrere Gegner von der Art, als Hr. Pr. G., der eben so freymüthig sagt: hier hast du, meiner Meynung nach, unrecht; als er, bey überführenden

*) Crells chem. Annal. 1802 I, S. 396—410.

Gegengründen, freymüthig bekennen würde: ich habe geirrt. Bey diesen Gesinnungen, die ich auch feyerlich für die meinigen erkenne, können wir, nie anders, als Freunde, das Uebergewicht gegenseitiger Gründe nach eigner Einsicht prüfen; und bey der vollen Ueberzeugung, wie schwer es ist, *immer* Wahrheit, oder die etwa nur erreichbare hohe Wahrscheinlichkeit zu finden, halten wir den in einem Streitpunkte Irrenden, deshalb nicht minder achtungswerth, noch seiner vorigen Kenntnisse oder Verdienste dadurch auf einmal verlustig. Da aber alle Gegner nicht so denken, so werde ich das Gesetz, das ich von jeher mir selbst auflegte, fernerhin befolgen, keine Notiz von dem kleinen Kriege zu nehmen, der durch witzige Wendungen, Sarkasmen und dergleichen Neckereyen und Persönlichkeiten, und ohne den Anstand und Achtung geführt wird, den man der Wahrheit und der Wissenschaft, wenn auch nicht dem gegnerischen Individuum, schuldig ist. Die Tendenz einer so geführten Streitigkeit, zeigt mehr in Rückhalt, als blosse Wahrheitsforschung, auf welche so wenig der Witz, als der Werth oder Unwerth der Person Einfluss hat; und bey jenem Zusatze (alloy) geziemt es dem ruhigen Wissenschaftsforscher nicht, sich weiter damit zu befassen. Unbefangen, als blosser Zuschauer, sieht und würdigt er der Sache Verlauf, und entlässt sie mit einem Transeat etc. Uebrigens stimme ich aus eigner Erfahrung ganz den Äusserungen des scharfsinnigen Dr. Cadogan bey. „If I have hazarded any thing, contrary to received opinions, it has been from a particular conviction of its truth, however dangerous to fame and fortune, both which I know are more easily acquired by complying with the world, then attempting to reform it: but it most be somebody equally indifferent to both, as I am, who will venture to tell such truth, as are more likely to recoil and hurth the author, than to convince et conciliate the bulk of mankind.“ C.)

Der BR. v. Crell bemerkt in einer Abhandlung, worin er die Natur des Kohlenstoffs untersucht, dass die neuern Chemisten diesen Begriff dadurch bildeten, dass sie sich von der gemeinen Kohle die Asche und das Salz wegdenken, die man bey derselben immer antrifft. Weil aber durch diese negative Beschreibung noch nicht der Kohlenstoff selbst genauer erkannt werde, so scheine es ihm nothwendig, die Natur der Kohle selbst zu untersuchen. Nach der Erwägung, auf welche Art sie bereitet werde, und welche Eigenschaften allen Arten der Kohle gemein seyen, glaubt er, dass die Kohle am besten dadurch definirt werde; sie sey das brennbare Ueberbleibsel *gewisser Körper, aus welchen alle flüchtige Theile getrieben sind* *). Er bemerkt aber, dass diese Definition auf den Kohlenstoff der Neuern nicht angewandt werden könne, weil man annimmt, er befinde sich auch in den wachsenden Pflanzen, welche so wenig durch das Feuer, als durch die Wirkung anderer zerfressenden Körper, die flüchtigern Theile verloren haben. Daher bleibe kein anderer Begriff, der auf den Kohlenstoff durchgängig passt, übrig, als etwas, das die Flamme zu unterhalten vermögend sey. Wäre dies eingestan-

---

*) Im Grundtexte heisst: sie sey *das Ueberbleibsel gewisser Körper (nach dem Verluste ihrer flüchtigen), welches die Flamme zu unterhalten noch vermögend ist.* Dies bemerke ich nur, des klarern Nachsatzes wegen. C.

den, so müsse man zugeben, dass der Kohlenstoff gar auf keine Weise von Stahls Phlogiston verschieden sey.

In dieser Schlussart scheinen zwey Sätze zugleich zu liegen, welche eine besondere Untersuchung verdienen. Zuerst nimmt der BR. [von Crell] an, dass die nicht flüchtige Natur der Kohle zum Kohlenstoffe nicht gehöre, weil dieser auch in organischen Körpern, wo keine Kohlen erscheinen, mit flüchtigen Theilen verbunden, verborgen liege. Oder, dass wir mehr im Allgemeinen reden, er leugnet, dass der Kohlenstoff ein ihn irgend auszeichnendes Merkmal haben könne, welches man in jedem zusammengesetzten, Kohlenstoff haltenden, Körper nicht auch zu bemerken vermögend sey. Hernach nimmt er an, dass in den verschiedenen Körpern, welche Kohlenstoff enthalten, ausser der Entzündbarkeit kein anderer gemeinschaftlicher Charakter zu entdecken sey

Dieser Satz scheint aber mit der täglichen Erfahrung nicht wohl übereinzustimmen, da nirgends in zusammengesetzten Körpern alle die Eingeschaften der einzelnen Bestandtheile erscheinen *). Wir wollen daher untersuchen, ob keine eigenthümlichen Merkmale, wodurch der Kohlenstoff von allen übrigen entzündbaren Körpern unterschieden werden könne, zu finden seyen. Bekanntlich verlieren die mehrsten organischen Körper durch das Feuer flüchtige Theile, und werden endlich zu einer festen und schwarzen Substanz, welche, wenn sie nicht angezündet wird und brennt, nicht in Dünste aufgelöst werden kann. Alsdann heisst sie Kohle, und ist grösstentheils, zuweilen ganz, verbrennlich. — Dass also der entzündbare Theil der Kohle, welchen Lavoisier und seine Anhänger Kohlenstoff nennen, seiner Natur nach, nicht flüchtig sey, wird Niemand wohl leugnen **), und es kann ihnen nicht entgegen stehen, dass sie zuweilen von andern flüchtigen Theilen aufgelöst werden und zugleich mit ihnen die Gestalt einer elastischen Flüssigkeit annehmen können, da auf gleiche Weise auch andre an sich fixe Körper flüchtig werden können. Wir bemerken noch ferner, dass der vorzügliche Unterschied der entzündbaren Körper aus der verschiedenen Veränderung erkannt werde, welche sie durch die Entzündung selbst erleiden. So wissen wir zum Beyspiel, dass Schwefel in solchen Körpern sey, durch deren Verbrennung man Schwefelsäure erhält. Wenn auf gleiche Art aus den Kohlen und allen andern Körpern, die Kohlenstoff enthalten sollen, durch die Verbrennung immer und beständig etwas hervorgebracht zu werden scheint, was von andern entzündbaren Körpern nicht erhalten werden kann, so muss dieses neue Produkt seine Entstehung dem Kohlenstoffe verdanken. Und zuverlässig finden wir, dass die Luftsäure, welche man daher auch Kohlensäure nennt, durch die Entzündung dieser Körper entstehe, und die Gegenwart des Kohlenstoffs anzeige; daher scheint es uns klar, dass der Koh-

---

*) Die sinnlichen Eigenschaften jedes Bestandtheils einer Zusammensetzung können freylich keinesweges alle unmittelbar in die Sinne fallen, welches, meines Wissens, auch nirgendes von mir behauptet ist. Mancher Stein enthält 5—10 p. C. Kalkerde und braust nicht auf, oder so viel Kieselerde und giebt mit dem Stahle keine Funken. Indessen müssen doch die Merkmale der Kalk- oder Kieselerde in diesen Steinen festgesetzt seyn, und ihnen angepasst werden können; sonst würde man ohne Grund behaupten, dass es solche Erden enthielte. In der wachsenden Pflanze besitzt der angebliche Kohlenstoff kein sinnliches Merkmal der Kohle und nur blos das unsinnliche, dass er Kohle werden kann. C.

**) Man vergleiche hiermit in der gleich folgenden Abhandlung das gesagte unter 10. und 11. C.

lenstoff nicht ein, allen brennbaren Körpern gemeinsamer, Theil sey, sondern eine genugsam bestimmte Art derselben bilde, die von den übrigen durch die feste Gestalt sich auszeichnet, welche sie im heftigen Feuersgrade behält, und durch die Luftsäure, welche sie unter dem Verbrennen erzeugt. Ja der BR. [von Crell] bemerkt selbst, dass der Begriff des Kohlenstoffs weder so einfach, noch so umfassend sey, als der des Phlogistons. Wenn er daher genau untersucht hätte, was es hindere *), dass der Kohlenstoff auch in allen übrigen Körpern nicht angenommen werden möge, so würde er gewiss gefunden haben, dass der Kohlenstoff Eingeschaften habe, welche mit den übrigen nicht übereinstimmen. Der BR. von Crell führt an, dass der reine Kohlenstoff nicht mehr als das Phlogiston in die Sinne falle, und folgert daraus, dass beyde auf gleiche Weise ein Vernunftbegriff *(ens rationis)* sey, deren Kenntnisse wir durch die Sinne nicht unmittelbar erhalten, sondern der nur durch einen neuen Namen uns dasjenige andeute, was wir von einem Körper uns übrig gedenken, wenn wir einige Eigenschaften im Gedanken abgezogen haben.

Stahl und fast alle, welche die Richtigkeit seiner Theorie annahmen, gestanden ein, dass das Phlogision, für sich allein, durch die Sinne niemals wahrgenommen werde, und sie hielten es für die feinste Materie, welche ganz ohne Gewicht sey **), und unter der Verbrennung der Körper verschwinde. Die Lavoiserianer hingegen verstehen unter ihrem Kohlenstoffe den Körper, der in den Kohlen in fester Gestalt erscheint und zuweilen fast ihr ganzes Gewicht ausmacht und selbst durch die Gewalt des Feuers den Sinnen nicht entzogen wird, durch die Verbrennung aber in Kohlensäure übergeht; dass es daher von andern Körpern hinlänglich unterschieden werden kann. Wir wissen daher ganz und gar nicht, auf welche Weise man sagen könne, der Kohlenstoff falle nicht in die Sinne. Wir räumen ein, dass er in den Kohlen oder in dem Russe niemals rein sey; allein nach den neuern Versuchen scheint der Kohlenstoff im Diamanten von keiner fremden Substanz verunreinigt zu seyn ***). Allein gesetzt, er sey auch noch niemals von aller fremden Substanz frey gefunden, so würde doch alsdann auch der Kohlenstoff von andern einfachern Körpern wenig verschieden seyn, welche,

---

*) Dies Hinderniss liegt nur allein in den Voraussetzungen des neuern Systems, nach welchem Phosphor, Schwefel und einige entzündbare Körper durchaus einfache Substanzen seyn sollen, und die brennbare Luft im elastischen Zustande von dem im figirten als specifisch unterschieden angesehen wird. Warum macht man denn aber nicht zwey Arten aus der Kohlensäure, wenn sie als Gas erscheint und wenn sie im Kalke gebunden ist? C.

**) Dass das reine Phlogiston für sich allein niemals den Sinnen dargestellt werden könne (so wenig als der Sauer- und Wasserstoff für sich allein) nehmen alle Phlogistiker an, aber nicht alle, sondern nur einige hielten dafür, dass es ohne Gewicht seyn müsse. Die nicht sinnliche Darstellung des reinen Phlogistons für sich hebt sein Gewicht so wenig auf, als es bey dem Sauer- und Wasserstoff es thut. C.

***) Dass der Diamant ganz reiner Kohlenstoff sey, hat seine Bedenklichkeiten; 1) bey der geringen zu Versuchen angewandten Menge des Diamants (höchstens 2 Gran) wurden die fremden Theile (bey gleichen Verhältnissen, wie bey den Kohlen) $^1/_{10}$ eines Grans betragen haben. Dies kann bey der Heftigkeit des nöthigen Feuers zu diesen Versuchen theils sich verflüchtigen, verstreuen, unvermerkt sich an die Wände des Gefässes setzen, dem sperrenden *Medium* sich mittheilen. 2) Nach *Priestley* (Chem. Ann. I. 1801. B. I. S. 489) phlogistisirte der Diamant von 100 C.° der Luft, worin er verbrannt wurde, 90 vollkommen, und der

nach allgemeiner Uebereinstimmung, doch für in die Sinne fallend angenommen werden. Mit Recht zweifeln Viele, ob jemals Eisen oder Kupfer oder irgend ein anders Metall, irgend ein entzündbarer Körper, oder ein einfaches Salz, oder eine einfache Erde, jemals vollkommen rein angetroffen sey: in jedem derselben hat man nämlich Spuren andrer eingemischten Körper angetroffen, die schwerlich je ganz weggeschafft werden konnten. Es ist zur Kenntniss eines jeden Körpers *hinlänglich, dass man seine wesentlichen Eigenschaften gewahr werde* *).

Durch diese Betrachtungen glauben wir auch auf den Einwurf geantwortet zu haben, den der BR. [von Crell] daraus zieht, dass keine Art eines Körpers durch die alleinigen Eigenschaften, welche dem Geschlechte zukommen, zulänglich definirt werden könne. Da er aber glaubt, es erfolge blos durch eine Täuschung der Einbildungskraft, dass der Begriff des Kohlenstoffs uns mehr sinnlich scheine, als der des Phlogistons, weil von der Jugend her uns der Name und Begriff der Kohle gewöhnlich geworden sey, und dass nichts in den Kohlen zurückbleibe, was dem Begriffe des Kohlenstoffs entspreche, wenn wir uns die festen Theile wegdenken, wodurch die Theile des Kohlenstoffs zusammen gehalten werden, so scheint uns darin der BR. [von Crell] vozüglich zu irren, dass er dem reinen Kohlenstoffe keine feste Gestalt zuschreiben wolle: denn es ist durch keinen Versuch erwiesen, selbst nicht einmal wahscheinlich gemacht, dass die brennbaren Theile sowohl in der Kohle, als im Diamanten, ihre Festigkeit von einer fremden Materie hätten **).

I dem Bestreben, die Gleichheit zwischen dem Phlogiston und dem Kohlenstoffe darzuthun, giebt er an, dass beydes, mit Lebensluft verbunden, Luftsäure gebe. Wenn dem so wäre, so würden wir vergeblich versuchen, die Verschiedenheit dieser Substanzen zu beweisen. Hr. Kirwan hatte aus diesem Grunde ehemals geglaubt, dass die Luftsäure die Grundlage aller übrigen Säuren sey; allein da es sich ihm ergab, dass die Luftsäure nicht unter der Verbrennung aller brennbaren Körper hervorgebracht werde, so verliess er seine Hypothese

---

Rest war fixe Luft. 3) Je reiner die Kohle, desto leichter fängt sie das Feuer und pflanzt es fort, und umgekehrt. Warum thut dies der Diamant, *die ganz reine Kohle*, nicht? und erfordert, wenn dergleichen geschieht, einen so hohen Grad der Hitze? Dies scheint nur ein fremder, bisher uns entgangener Stoff, bey gewöhnlicher und nicht so sehr hoher Temperatur, zu hindern? Wäre der Diamant würklich reiner Kohlenstoff, so wäre jener ja das wahre sinnliche Bild des Kohlenstoffs! und jeder organische Körper enthielt Diamantpulver. C.

*) Diesen Grundsatz wandten die Phlogistiker von jeher auch an, das nicht sinnliche Phlogiston zu beweisen. Kann man alle Erscheinungen des Brennens ohne einen besondern Brennstoff nicht erklären (was jene voraussetzten), so hielten sie es zu *seinem Erweise hinlänglich, wenn sie seine wesentlichen Eigenschaften* (das Brennen) gewahr wurden. C.

**) Man könnte umgekehrt den Beweis fordern, dass die 5 pr. C. Asche den Kohlenstoff nicht eben so binde, wie dass $^1/_5$ der (hypothetischen) festen Theile der ganzen Kohle alle flüssigen Theile des trocknen Holzes banden (s. Wiegleb über alkalische Salze. Berl. 1781 S. 68. 69, 71.). Sollten die 5 p. C. der Asche der Kohle fremd und zufällig seyn, so könnte man ja auch analog schliessen, das $^1/_5$ der (ganzen) Kohle sey dem trocknen Holze fremd und zufällig. Beträgt doch die Asche eines ausgewachsenen menschlichen Körpers, nach ausgeleerten Flüssigkeiten, kein Pfund (nicht $^1/_{100}$ der scheinbar festen Theilen des Körpers). — Geben doch manche Weine keine 5 p. C. Alkohol, und doch sind sie, nach der Verflüchtigung desselben nicht mehr Wein. C.

und zugleich auch die Stahl'sche Theorie, welcher er vorher sehr zugethan war *). Aber in dem bald hernach folgenden giebt der BR. [von Crell] selbst zu, dass das Phlogiston der mehrsten Metalle, des Phosphors und Schwefels, in dieser Rücksicht vom Kohlenstoffe unterschieden sey **). Wenn man also auch zugeben wollte, dass Phlogiston und Kohlenstoff übereinstimme, so muss man mehrere Arten des Phlogistons annehmen. Alsdann wird aber eine neue Theorie ***) gebildet, die weder mit der von Stahl, noch von Lavoiser übereinstimmt.

Es bleibt also den Vertheidigern der Stahl'schen Theorie das noch übrig, dass sie einräumen, ihr Phlogiston liege sowohl in den Kohlen, als in allen übrigen entzündlichen Körpern verborgen; folglich wenn durch die Verbrennung dieser verschiedenen Körper neue Substanzen verschiedener Art entstehen, so werden sie nicht leugnen, dass diejenigen entzündlichen Substanzen, aus welchen man Luftsäure erhält, von den übrigen sich darin unterscheiden ****), dass sie einen zur Erzeugung dieser Säure dienlichen Theil enthalten, welchen die Neuern mit dem Namen *Kohlenstoff* bezeichnen.

Endlich bemerkt der BR. [von Crell], dass der Kohlenstoff kein einfacher Körper sey, sondern aus mehrern andern zusammengesetzt werde, welches er aus Versuchen, die er selbst mit wachsenden Pflanzen angestellt hat, erkannt habe *****).

Dieser Grund scheint aber mehr seine eigne, als Lavoisier's Theorie zu schwächen. Wenn nemlich, wie er in dem Anfange der Abhandlung behauptet hatte, ausser der Fähigkeit

---

*) Dass meinem verehrten Freunde, Hrn. Kirwan, seine Versuche nicht glückten, beweist nichts wider die Sache selbst. Konnten doch die grössten Scheidekünstler durch Salzsäure und Alkohol keinen Salzäther machen; und Hr. Basse that es mit eben denselben Bestandtheilen, nur anders angewandt. — Ueberdem war Dr. Priestley, nach seiner Angabe, in diesen Versuchen glücklicher als Hr. Kirwan, und mehrere negative Versuche beweisen nichts gegen einen positiven. C.

**) Wo Kohlenstoff seyn soll, da kann man immer Phlogiston substituiren, aber nicht umgekehrt: weil nun einmal die Metalle u. s. w., nach dem Systeme, Elemente seyn, also auch keinen beygesellten Kohlenstoff haben sollen. C.

***) Keine neue Theorie! Das Stahl'sche Phlogiston in den organischen Körpern, in den Metallen, Phosphor und Schwefel, ist mir auch immer dasselbe; wenn aber das Phlogiston in den organischen Körpern dem Kohlenstoffe substituirt werden kann, dieser aber den Metallen von den Antiphlogistikern nun einmal abgesprochen wird, so darf ich den Metallen, nach dem Sinne ihres Systems, keinen Kohlenstoff zuschreiben, ob sie ihn gleich, nach der Meynung der Phlogistiker, als Phlogiston wirklich besitzen. C.

****) Die Folgerung ist richtig, wenn die Thatsache gegründet ist, aber dies leugnen mehrere mit Dr. Priestley, da man fixe Luft aus Körpern erhält, die keinen Kohlenstoff besitzen sollen. C.

*****) Der Zusammenhang zeigt, dass hier die Rede von der Enstehung dessen ist, was die Antiphlogistiker Kohlenstoff in den Pflanzen nennen, d. i. mit andern Worten, der in den Pflanzen vorhandene Stoff, der zur Kohle zu werden fähig ist. Dieser physische sogenannte Kohlenstoff wachsender Pflanzen, dieser verkohlbare Stoff (in Gummi, den Harzen, dem grünen Stoffe der Blätter) ist, so lange er in ihr ist, zusammengesetzt, und entsteht durch Zusammensetzung; ob er einfach werde, wenn er zur wirklichen Kohle wird, ist eine andre, unten zu erörternde, Frage; auf alle Fälle aber nennen die Antiphlogistiker sowohl den Stoff, der schon zur Kohle gemacht ist, als auch den, der es blos werden kann, Kohlenstoff, und diese Doppelbedeutung giebt Anlass zur Verwechseluug. Der *metaphysische* abstrahirte *Kohlenstoff* indessen kann, seiner Entstehung nach, nichts anders, als einen einfachen Begriff angeben, der dem gleichfalls abstrahirten des Brennstoffs ähnlich ist. C.

zu brennen kein klarer Begriff des Kohlenstoffs vorhanden ist, so ist es klar, dass auch kein Grund vorhanden sey, warum man diese Substanz für mehr zusammengesetzt halten sollte, als STAHL's Phlogiston. LAVOISIER's Freunde dagegen leugnen die zusammengesetzte Natur des Kohlenstoffs nicht so wohl, als dass sie sie vielmehr für unbekannt halten. Eben dies behaupten sie vom Phosphor, Schwefel und den Metallen, und zählen sie deshalb nur zu den einfachen Körpern, in wie fern ihre Zusammensetzung noch nicht erwiesen ist.

XVI.

Prüfung der Einwürfe des Hrn. HR. Gmelin gegen Lavoisier's Theorie von der Natur der Säuren *)

Vom Hrn. Prof. Gadolin **).

Als der berühmte französische Chemiker Lavoisier fand, dass die Phänomene beym Verbrennen durch das von Jedermann damals angenommene Stahlsche System der Chemie nicht hinreichend konnten erklärt werden, und er bey seinen sorgfältigen Versuchen Resultate erhielt, die mit jenem System unvereinbar waren, gründete er ein neues System, wodurch die meisten Theile der wissenschaftlichen Chemie, und vorzüglich die, die von der Natur der Säuren handelten, eine ganz andere Form erhielten. Fast Jeder vor ihm glaubte, Säuren seyen einfache in verbrennlichen Körpern durch Phlogiston verborgene Materien, weil man bemerkt hatte, dass mehrere dieser verbrennlichen Körper durchs Verbrennen, wodurch sie, der Meynung nach, vom Phlogiston befreyet wurden, in Säuren verwandelt wurden. Lavoisier glaubte aber, sie wären aus dem Materiellen der Lebensluft, das allen gemein sey, und einer jeden Säure eigenen Substanz, die er das Radikal derselben nannte, zusammengesetzt, weil er wahrgenommen hatte, das Schwefel, Phosphor und Kohle, wenn sie durchs Verbrennen in Säuren verwandelt würden, jedesmal Lebensluft aufnähmen. Er hatte ferner entdeckt, dass mehrere Metalle und verbrennliche Theile organischer Körper entweder aus der Atmosphäre diese Luft anzögen und sich damit verbänden, oder sie aus andern Körpern, mit denen sie verbunden sey, entbänden, und so saure Eigenschaften erhielten, ja dass diese Luftbasis einige

*) Crells chem. Annal. 1803. 1. S. 50—60.

**) Dies ist die Uebersetzung einer für die chemischen Annalen gefälligst eingesandten Streitschrift: Diss. chem. animadversiones cel. Gmelin in theoriam Lavoisierianam de natura acidorum examinans, quam Praes. I. Gadolin, pro Gradu publ. censurae submittit E. O. Sellin, Aboae d. 20 Jun. 1801, welche Hr. E. v. Schmidt übersetzte. C.

nur schwachsaure Körper schärfer mache. Da er über dies die Zusammensetzungen vieler dieser Säuren durch Zerlegung bestätigt gefunden hatte, so glaubte er, es sey keinem Zweifel unterworfen, dass die Ursache der Säuerung in der Basis der Lebensluft zu suchen sey, der er deshalb den Namen Oxygen, Säure erzeugenden Stoff, Sauerstoff, gegeben hat. Er wusste zwar wohl, dass einige Säuren weder in einfachere Theile zerlegt, noch durch irgend eine Kunst zusammengesetzt werden könnten; er glaubte aber, dass in diesen die Verbindungen zwischen dem Sauerstoff und ihren Radikalen so innig sey, dass sie durch keine bis dahin bekannte Kraft getrennt werden könnte.

Unter den vielen gegen diese Theorie gemachten Einwürfen verdienen die des Hrn. HR. Gmelin, eines durch Scharfsinn und Gelehrsamkeit so achtungswerthen Mannes, die meiste Aufmerksamkeit der Chemiker. Wenn wir es nun wagen, seine, in die chemischen Annalen des Hrn. v. Crell vom Jahr 1796 eingerückten Beobachtungen zu prüfen, so hoffen wir nun desto eher seine und der wohlwollenden Leser Nachsicht zu erhalten, da unser einziger Grund dazu nur ist, die Gelegenheit, durch den Versuch unserer Kräfte die Wissenschaft vielleicht mehr aufzuhellen, zu benutzen.

Hr. Gmelin wirft die Frage auf, ob man wohl mit Gewissheit beweisen könne, dass Sauerstoff oder die Basis der Lebensluft ein nothwendiger Bestandtheil der Säuren sey, und bestrebt sich durch Beweise zu zeigen, dass diese Hypothese wohl nicht ganz annemlich sey; erstlich nehmlich, weil an der Lebensluft allein kein Zeichen einer Säure zu bemerken sey, und zweytens weil auch viele andere Körper, welche der neuen Theorie zufolge Sauerstoff in sich haben, keine saure Eigenschaften besitzten, wie zum Beyspiel Wasser, das doch 85 Theile Sauerstoff in 100 Theilen enthält, nicht ein einziges Merkmal einer Säure zu erkennen gebe *).

Ob sich gleich Lavoisiers Theorie, der die mehrsten Neuern beypflichten, durch ihre grössere Wahrscheinlichkeit empfiehlt, so wollen wir doch bey Betrachtung dieser Gegenstände mit grösster Sorgfalt, das Wahre von dem Falschen zu scheiden, uns bestreben; wir bemerken deshalb sogleich bey Hrn. HR. Gmelins erstem Beweise, dass, was er nicht sehr berücksichtigt zu haben scheint, gemeiniglich aus der Zusammensetzung aller nur möglichen Körper Produkte entstehen, die in ihrer Beschaffenheit von ihren einzelnen Bestandtheilen gänzlich verschieden sind. So wird die Mittelnatur der Neutralsalze vergebens sowohl in dem alkalischen als sauren Theile gesucht; so kann man die alkalischen Eigenschaften des Ammoniaks weder im Stickstoff noch im Wasserstoff, aus welchen beyden es besteht, finden; so ist das Vermögen Gold aufzulösen, welches der Kali-Schwefel besitzt, sehr verschieden von den Kräften des Schwefels und der alkalischen Salze, mehrere Beyspiele nicht zu erwähnen. Wenn also alle Säuren zusammengesetzte Körper sind, so ist es auch nach Analogie sehr möglich, dass ihre einzelnen Theile keine saure Natur verrathen. Wenn es also nicht zu erwarten ist, dass dies Oxygen, oder das Materielle, das alle Säuren gemeinschaftlich haben sollen, allein für sich, das heisst, als Lebensluft, saure Eigenschaften haben werde, so darf man wenigstens nach unserer Meynung noch viel weniger schliessen, dass der Sauerstoff des-

*) v. Crells Chem. Annal. 1796. I. S. 291.

wegen blos ein eingebildeter Bestandtheil der Säuren sey, weil er keine saure Eigenschaften hat. Auch sind Beyspiele genug da, die zeigen, dass die Eigenschaften der Körper so sehr oft von ihrer Zusammensetzung abhängen, dass es ungereimt wäre, sie in ihren einzelnen Bestandtheilen suchen zu wollen. So ist es ein Zeichen der alkalischen mit Kohlensäure verbundenen Salze, dass sie mit andern Säuren aufbrausen, und ob dies gleich der Luftsäure zuzuschreiben ist, so wird es sich doch Niemand einfallen lassen, dies unter ihre Merkmale aufzustellen, da man nicht einmal die Vorstellung haben kann, dass durch Hinzuthun eines andern Körpers in einer luftförmigen Flüssigkeit, die Erscheinung statt finden sollte. Auf gleiche Art kann nun auch die saure Natur einiger Körper von einer beygemischten Substanz, als dem Sauerstoffe, abgeleitet werden, die aber so von der Mischung selbst abhängig seyn kann, dass die Annahme der Säure in diesem einzelnen Grundtheile einen Widerspruch enthielte.

Gegen den zweyten aus der Beobachtung hergenommenen Einwurf, dass nemlich nicht immer Säure hervorgebracht werde, wenn Sauerstoff mit andern Körpern verbunden werde, führen wir an, dass dieser Schluss weder nach logischen Regeln gültig sey, noch durch die Aehnlichkeit mit andern bündiger werde. Denn wenn auch alle Säuren Sauerstoff enthielten, so schlösse diese Wahrheit doch die nicht aus, dass er auch in andern nicht sauren Körpern enthalten seyn könnte. Dergleichen Verschiedenheiten finden auch bey allen andern Verbindungen statt. So bildet zum Beyspiel der Schwefel mit alkalischen Salzen, Erden und mehreren Metallkalken Schwefelverbindungen, welche sich durch den unangenehmen Geruch, den sie vorzüglich bey der Verbindung mit Säuren ausstossen, sehr auszeichnen, und doch verbindet sich eben dieser Schwefel mit Quecksilber zu Zinnober dem durchaus dies Merkmal fehlt.

Uebrigens finden wir auch nicht, dass das Wasser so ganz von den Säuren verschieden sey. Denn, ausgenommen die Auflöslichkeit im Wasser, welche hier nicht statt finden kann, weil der Begriff der Auflösung nur eine Mischung verschiedener Körper in sich fasst, — und den Geschmack, der durch die Geschmacksorgane, die immer mit wässrigen Theilen umgeben sind, nicht unterschieden werden kann, — und das Vermögen, die vegetabilischen Farben zu verändern, das nach dem Grade der Stärke der Säuren aber auch sehr verschieden ist, — werden fast alle Merkmale der Säuren im Wasser gefunden. Das Wasser verbindet sich nach den vorhandenen Verwandtschaftsgesetzen mit den alkalischen Körpern sehr gern, entbindet bey der Auflösung derselben einen merklichen Grad von Wärme, und kann mit den meisten in krystallinische Form zusammentreten; die alkalischen Seifen scheint es durch seine Kraft, die Alkalien anzuziehen, einigermassen zu zersetzen, weil ihre wässrigte Auflösung fast immer milchicht wird; eben so wird es vom Weingeistalkohol mit derselben Erhitzung aufgenommen. Es scheint uns daher nicht wider die Erfahrung gesündigt, wenn wir dem Wasser den untersten Platz unter den Säuren anweisen. Ferner bemerkt Hr. HR. Gmelin, dass mehrere sogenannte Metallkalke, die man bey starkem Feuer durch die Lebensluft, die sie einschluckten, erhielte, weder durch den Geschmack noch durch andere Merkmale eine saure Natur verriethen, und viele derselben ehe zu den alkalischen Körpern zu zählen wären, weil sie mit Säuren Mittelsalze bilden, und dass deshalb die Benennung *Halbsäure*, die ihnen beygelegt wäre, sehr unpassend wäre, ihre Natur zu bezeichnen.

Hierin bin ich zwar mit Hrn. HR. Gmelin einerley Meynung, bemerke aber, dass Lavoisier weder zuerst diese Idee gehabt noch durch seine Theorie zuerst die Meynung erregt hat, dass die Metallkalke mit den Säuren Aehnlichkeit haben. Eben dies glaubte schon Bergman und Scheele, die Stahls Lehre zugethan waren. Zuerst brachten die Erscheinungen des Arseniks, Molybdäns und Wolframs, deren Kalke sie für Säuren hielten; die Natur der Mittelsalze, die aus den Kalken anderer Metalle mit Säuren entstanden waren, die wegen des Ueberschusses der Säure gemeiniglich unvollkommen sind; endlich die Erscheinungen bey dem Auflösen der Metalle durch Alkalien, die die Säuren und den Säuren verwandte Körper so gern aufnehmen, auf die Meynung, dass alle Metalle wohl in Säuren zu verwandeln wären, wenn nur ihre Verkalkung so weit als möglich getrieben würde, oder, wie man sich gewöhnlich ausdrückte, wenn nur die Kalke alles Phlogistons beraubt würden. So war die herrschende Meynung der Anhänger des phlogistischen Systems, welche die Antiphlogistiker in Rücksicht der Verwandtschaft der Säuren mit den Metallkalken beybehielten. Die Kalke nannten letztere nur Oxyde, nicht so wohl wegen ihrer sauren Eigenschaften, die man nicht an allen fand, sondern vielmehr des ihnen beywohnenden Sauerstoffs wegen: und es scheint uns daher die deutsche Uebersetzung des Worts *Oxyde* in Halbsäure unpassend zu seyn.

Wider die Theorie der Säuren wendet Hr. Gmelin ferner ein, dass, wenn man zu offenbar sauren Körpern noch Sauerstoff hinzubrächte, ihre eigenthümliche saure Kraft dadurch geschwächt werde, so dass sie zuweilen so wohl die Anziehung zum Wasser, als ihre übrigen Eigenschaften fast zu verlieren schienen, wie in der mit Lebensluftbasis verbundenen Säure des Kochsalzes kaum eine Spur von Säure gefunden werde.

Aus dem, was wir schon vorhin angeführt haben, wird, wie wir glauben, hinlänglich erhellen, dass durch diese Beyspiele die Theorie der Neueren nicht entkräftet sey. Denn wenn die saure Eigenschaft der Lebensluft nicht eigenthümlich ist, sondern erst aus dem Materiellen derselben, mit einigen andern Körpern in gehörigen Verhältnissen verbunden, entsteht, so wird leicht jeder einsehen, dass auch ähnliche Körper entstehen könnten, wenn die Theile in einem andern Verhältnisse gemischt würden. Die krystallinischen Salze haben ihre Dichtigkeit durch das ihnen anhängende Wasser, aber man würde wider die Erfahrung reden, wenn man daraus den Schluss machen wollte, dass ihre Verbindung um so inniger werde, je mehr Wasser man zu den Salzen mische, weil dann sogleich alles Salz aufgelöst und in eine dem Wasser ähnliche Flüssigkeit würde verwandelt werden. Die vollkommenen Neutralsalze werden unvollkommen, und kommen entweder den Säuren oder den Alkalien näher, wenn wir einen Theil derselben im Ueberschuss zusetzen. Eben so leicht wird man einsehen können, dass die Säuren durch Zusatz von Lebensluft ihr selbst ähnlicher werden müssen.

Ob also gleich einige Erscheinungen zeigen, dass die Grundlage der Lebensluft mit einigen Körpern Zusammensetzungen von nicht saurer Beschaffenheit hervorbringen kann, ob sie gleich, zu einigen Säuren gesetzt, dieselben abstumpfen kann, so kann man doch deshalb nicht aunehmen, dass kein saurer Körper seine saure Beschaffenheit durch sie habe. Wenn es ausgemacht ist, dass mehrere Körper unter keiner andern Bedingung, als dass Lebensluftbasis hinzukomme, eine saure Beschaffenheit erhalten; wenn man findet, dass aus eben denselben stets Säuren hervorgebracht werden, wenn sie die Grundlage der Lebensluft auf jede nur möglich Art mit sich verbinden; wenn sie endlich in den Säuren selbst versteckt gefunden

wird, und ohne Zerstörung der Säure nicht weggeschafft werden kann, so kann man kaum nur mit einem Scheine von Wahrheit leugnen, dass die Säuren dieser Substanz nicht ihren Ursprung verdanken sollten. Die Untersuchung hierüber, die eine sorgfältigere Zergliederung der einzelnen Säuren fordert, verschieben wir bis zu einer andern Gelegenheit. Wir setzen nur noch hinzu, dass wir hierin mit dem berühmten Hrn. Gmelin übereinstimmen, dass aus der Analogie einiger Säuren nicht zu schliessen sey, dass die Lebensluft auch zu der Bildung der Säuren nothwendig sey, deren Zusammensetzung noch durch keinen entscheidenden Versuch erwiesen ist. Es scheint vielmehr diese Hypothese der Wahrheit zuwider, da der berühmte Bertholler gezeigt hat, dass auch das geschwefelte Wasserstoffgas, in welchem nach den zeitherigen Kenntnissen der Chemiker keine Lebensluft vermuthet werden kann, untrügliche Merkmale von Säuren an sich habe. Wir glauben daher, dass in diesem Punkte die Lavoisiersche Theorie einer Reform bedürfte. Wir können indess nicht leugnen, dass die Basis der Lebensluft, wie auch Bertholler glaubt (Annales de Chimie T. 2. p. 69), mit Recht den Namen Oxygenium erhalten habe, da es hinlänglich erwiesen ist, dass mehrere Säuren ihm ihre sauren Eigenschaften verdanken.

XVII.

Animadversiones Celeberrimi Gmelin in theoriam Lavoisierianam De Natura Acidi Phosphorici examinans *).

Nondum nisi tria Chemicis cognita erant acida mineralia, cum primum per ustionem phosphori, a KUNCKELIO vulgo nominati, acidum corpus produci invenirent. Hoc propterea, quamvis in vehementiore quoque igne fixum manere videretur, cum uno tamen illorum apprime convenire omnes judicaverunt, et plerique quidem, praeeunte STAHLIO, a maxime volatili acido muriatico parum differre putaverunt, usque dum luculenter ostenderet MARGGRAFF, phosphorum ustum novam efficere acidi speciem ab aliis omnibus diversam. Quin vero acidum phosphoricum jam in ipso phosphoro lateret, neque MARGGRAFFIO neque ulli alii ante LAVOISIERUM dubium fuit. Pro certo namque habuerunt, ustionem corporum inflammabilium in detractione phlogisti totam consistere. Cum autem innotesceret phosphorum sub ustione semper acquirere incrementum ex aëre absorpto, atque acidum sic ortum ponderosius esse phosphoro, a quo nascebatur, LAVOISIERO et suis sectatoribus plene demonstratum videbatur, quod phosphorus sit corpus simplex, ex quo, addito oxygenio sive aëris vitalis basi, componatur acidum phosphoricum. Alii vero, qui doctrinam STAHLII non rejiciendam esse censuerunt, nihil repugnare putaverunt, quominus acidum nostrum in ipso phosphoro jam delitescat. Inter hos indefessus naturae Scrutator Celeberrimus GMELIN autumat, et phosphorum et acidum phosphoricum composita esse corpora, quae praeter materiam sibi propriam, scilicet acidum utrique commune, diversas contineant partes peregrinas; adeoque acidum phosphoricum purum, quamvis post ustionem demum manifestum fiat, jam antea quoque totum quantum in phosphoro latere.

In hac sententia summi viri propius examinanda, cum vires nostras periclitari audemus, necessarium ducimus argumenta ipsius sigillatim considerare. Observat vero primum

*) Dissertatio chemica animadversiones Celeberrimi GMELIN in theoriam LAVOISIERIANAM de natura acidi phosphorici examinans. Aboae 1802.

Celeberrimus Gmelin, quod nulla ratione huc usque evinci potuerit, phosphorum ad corpora simplicia esse referendum; quin potius ex analogia corporum facile inflammandorum, quae pariter ac phosphorus ex corporibus organicis obtinentur, maxime probabile sit, etiam phosphori inflammabilitatem esse ex hydrogenio et carbonio, utpote praecipuis elementis inflammabilibus in regno animali et vegetabili, illisque involutam esse materiam phosphori propriam a).

Fatendum est, nondum satis cognitam esse naturam pyrophororum, quos respicere videtur Cel. Gmelin, sive corporum, quae sua sponte in aëre etiam frigidiore incenduntur. Hydrogenium quidem et carbonium in illis semper inveniuntur, parum tamen probabile esse videtur, haec corpora sola ad pyrophorum constituendum sufficere, cum nulla arte adhuc, quod sciamus, compositus fuerit pyrophorus, nisi praeterea aliquid, ut metalla, aut sulphuris aut phosphori adfuerit. Itaque non videmus, quid ex analogia pyrophororum de natura phosphori concludi possit. Quia vero et sulphur et phosphorus non raro ex corporibus organicis elici possunt, patet aut hydrogenium et carbonium non esse sola elementa inflammabilia corporum organicorum, aut sulphur quoque et phosphorum suam inflammabilitatem ex illis habere. Sed singula haec corpora inflammabilia, utcumque inter se mixta, nunquam non cognosci possunt ex substantiis sub combustione sua productis, ideoque nulla subest ratio, cur ponatur adesse aut carbonium aut hydrogenium in corporibus, quorum combustione nulla vestigia acidi carbonici aut aquae observantur. Sic nihil neque humoris neque acidi carbonici ex phosphoro puro in

---

a) v. Crell *Chemische Annalen.* 1796. I. B. p. 399. Ist diese Lebensluft nicht auch zur Erzeugung der Phosphorsäure nöthig? Wenigstens lässt der Phosphor, er mag nun bey verstärkter Hitze in gemeiner Luft verbrennen, oder bey gewöhnlicher Wärme derselben darinn zerfliessen, indem die Luft zugleich ihren Antheil an Lebensluft verliert, Säure, welche in jenem Falle trocken, in diesem flüssig ist, zurück, und nimmt dabey soviel an Gewicht zu, als die Luft abnimmt, so dass z. B. ein Gran Phosphor, nachdem er anderthalb Grane Lebensluft eingesogen hat, drittehalb Gran Säure liefert; dieses ereignet sich noch schneller, doch so, dass die Luft, venn sie anders ganz rein, und des Phosphors genug ist, ganz verschluckt wird, in der Lebensluft selbst. Auch wird der Phosphor so, dass er dabey an Gewicht (von 11—32 auch wohl 36) zunimmt, zu Säure, wenn Salpetersäure, welche Lebensluft genug enthält, darüber abgezogen wird ; selbstWasser, dass einige Zeit über Phosphor gestanden hat, nimmt davon eine saure Beschaffenheit an. Man schliesst also daraus, Phosphorsäure bestehe ausser Wärmestoff blos aus Phosphor und der Grundlage der Lebensluft.

Allein davon nichts zu sagen, dass Hr. Prof. Göttling, und Hr. Hofm. Pfaff bemerkt haben wollen, der Phosphor leuchte nicht nur schon bey der gewöhnlichen Wärme des Luftkreises auch in Stickgas, sondern werde auch darinn, nachdem er den grössern Theil desselben verschluckt habe, zu Säure, da andre den Phosphor in einem von aller Lebensluft reinen Stickas weder leuchten noch sauer werden sahen, so ist es doch bisher durch nichts erwiesen, dass der Phosphor ein einfacher Körper ist, wie er doch nach dieser Meinung dafür gehalten wird; vielmehr zeigt sein leichtes Entbrennen in gemeiner Luft, das noch viel schneller und lebhafter in Lebensluft geschieht, seine starke Anziehungskraft zur Lebensluft, und da er diese mit andern thierischen und Gewächstoffen gemein hat, bey welchen der Ueberfluss an entzündbarem Gas und der Grundlage der Luftsäure die Ursache dieser Anziehungskraft seyn soll, so wird daraus mehr wahrscheinlich, der Phosphor habe, wie die Metalle, einen ähnlichen Stoff in sich.

Dass er aber daraus allein bestehe, hat alles gegen sich, vornemlich die besondere Natur der Säure, die, wenn er bey dem Verbrennen mit der Grundlage der Lebensluft zusammentrifft, zurück bleibt, da nach Lavoisier und seinen Nachfolgern keine Säure, sondern blosses Wasser erfolgen müsste, wenn er blos aus entzündbarem Gas, Luftsäure, wenn er aus ihrer Grundlage, und eine einer Gewächssäure ähnliche Säure, wenn er aus beyden bestünde.

aëre sicco ardente obtinetur, sed suum proprium acidum. Negare tamen non convenit, phosphorum esse ex aliis substantiis compositum; has autem plane adhuc incognitas esse contendimus.

Materiam phosphoro propriam acidae indolis esse censet Celeb. GMELIN, quia facile removeri ipsi videntur dubia contra hanc sententiam adducta. Sic 1:o non officere suae hypothesi existimat observationem, quod characteres acidi in phosphoro integro desiderentur, nam alibi quoque acida alcalibus, terris, vel corporibus inflammabilibus plane abscondi solent. Atque quod 2:o objiciunt adversarii, acidum ex phosphoro numquam obtentum fuisse, nisi accesserit ipsi aëris vitalis basis, aut ab acido nitrico, aut ab ipso aëre, aut ab aliis corporibus oxygenio dotatis tradita, non repugnare autumat contra theoriam illorum, qui acidum in phosphoro haerere ponunt; fieri enim possit, ut aëris vitalis basis, hocce acidum fortiter attrahat, et reliquas phosphori partes expellere valeat, non aliter ac acidum nitricum, carbonati potassae adfusum, partem alcalinam fortiter attrahendo acidum carbonicum sejungat b).

Si alia admitti non possit explicatio phaenomenorum, quam cujus veritas secundum praecepta Mathematicorum demonstrata sit, certe neutra memoratarum theoriarum approbanda erit. Cum autem in rebus physicis nunquam fere ad geometricam evidentiam perveniri liceat, contenti simus necesse est explicatione, quae proxime ad veritatem accedere videtur. Si itaque comparemus duas illas theorias de productione acidi phosphorici, vix ac ne vix quidem haesitabimus utri palmam decernamus. Ex experientia non ambigua deducta fuit LAVOISIERI sententia, non existere acidum phosphorium absque oxygenio, quia nullibi productum fuit, nisi ubi aëris vitalis basin sibi adjunxerit phosphorus. Hypothesis vero de praeexistentia acidi in ipso phosphoro, nullo alio nititur fundamento, quam quod non apertam involat

---

b) l. c. p. 401. Es ist also höchst wahrscheinlich, dass dieser Stoff noch einen andern mit sich vereinigt hat; dass dieser saurer Art sey, läst sich aus einigen Umständen bezweifeln, aus andern vermuthen.

Zu den ersten möchte man das rechnen, dass unverdorbener Phosphor, weder im Geschmack, noch durch andre Merkmale die geringsten Spuren von Säure offenbart. So wenig sich dieses leugnen lässt, so wenig folgt doch daraus, dass im Phosphor keine Säure ist, denn es giebt, wie ich oben schon erwähnt habe, unzählige Beyspiele von Säuren, welche durch Laugensalze, Erden, Metalle, und vornemlich durch verbrennliche Stoffe so versteckt sind, dass sie weder der Geschmack, noch genauere Prüfungsmittel darin entdecken, obgleich über ihre Gegenwart kein Zweifel ist.

Der andre Grund ist dieser: man erhält diese Säure nicht aus dem Phosphor, als wenn er entweder mit Salpetersäure behandelt, oder an Lebensluft, oder an gemeine, oder doch an eine Luft gebracht wird, in welcher Lebensluft ist; es ist also, um im Phosphor diese Veränderung zu wege zu bringen, entweder Lebensluft, oder ein andrer Körper nöthig, der sie enthält, aus welchem sie also der Phosphor desto schneller, wenn seine Anziehungskraft, durch verstärkte Hitze unterstützt wird, in sich schluckt.

Inzwischen lässt sich doch daraus, dass der Phosphor, wenn er diese Veränderung erleiden soll, die Berührung und Beyhülfe der Lebensluft bedarf, nicht schliessen, die ganze Veränderung beruhe blos darauf, dass er sie anziehe, und mit sich vereinige, es könnte wenigstens ein Theil der Veränderung darauf hinauslaufen, dass die Grundlage der Lebensluft von der Grundlage des Phosphors, der bey schwächerer Hitze unverändert bleibt, erst dann, wenn diese den sie einhüllenden Stoff in Gestalt von Flamme und Licht verloren hat, angezogen wird, oder, in dem sie diese heftig ergreift, den Stoff, mit welchem sie gebunden war los macht, eben so wie z. B. Salpetersäure, wenn man sie auf Pottasche gegossen hat, indem sie von ihrem Laugensalze stark gezogen wird, die demselben anhängende Luftsäure schnell austreibt.

contradictionem. Eandem parum probabilem esse, vel inde patet, quod acidum phosphori vulgare pondere triplo aut quadruplo superet phosphorum, a quo obtinebatur, itaque si omnis acor jam in phosphoro adesset, quaerendum esset acidum phosphoricum longe fortissimum in phosphoro integro, ubi nullum ejus indicium apparet. Exempla acidorum per alcalia ceteraque corpora ligatorum, quae commemoraverit Cel. Gmelin, pace ejus atque benev. Lectorum jam non morabimur, cum in dissertatione de acido carbonico c) nuper edita luculenter ostensum esse existimemus, eadem non esse analoga phaenomenis acidorum per ustionem e corporibus inflammabilibus obtentorum.

Sed animadvertit Cel. Gmelin contra suam sententiam non esse augmentum ponderis post ustionem phosphori observatum, siquidem levior substantia ex phosphoro separari possit, simulac alia ponderosior locum illius occupet; nondum enim decisum esse, utrum phosphorus ardens exacte tantum acquirat incrementi, quantum sit pondus aëris consumti, neque aequaliter semper sub ustione increvisse phosphorum. Itaque nihil impedire contendit, quominus ponatur, phosphorum continere aliquid hydrogenii sive basis aëris inflammabilis, quae aëris species cum sit quatuordecies vel adhuc magis aëre vitali specifice levior, abeundo ex phosphoro, non possit efficere tantum ponderis decrementum, quantum incrementi ex aëre vitali locum ejus occupante necessario accedat d).

---

c) *Dissert. Chem. Animadversiones Cel.* Gmelin *in theoriam* Lavoisierianam *de natura acidi carbonici examinans d. 22 Junii 1801.*

d) l. c. p. 403. Gegen diese Erklärung lässt sich freylich mit einigem Schein sagen: es ist so weit gefehlt, dass der Phosphor bey jeder Veränderung, bey welcher Säure sich zeigt, an absolutem Gewicht abnimmt, er nimmt vielmehr beträchtlich zu, und da dieses nicht geschehen kann, wenn er etwas verliert, so folgt daraus, dass diese Veränderung nicht auf einem Verlust, sondern auf einem Zusatz beruht, dass der ganze Phosphor zu dieser Säure kommt.

Inzwischen lässt sich darauf antworten, was auf den Einwurf, den man von dem vermehrten Gewicht der Metalle bey ihrem Verkalken entlehnt, geantwortet ist; es ist nichts weniger als ungereimt, vielmehr aus unzählichen Beyspielen ersichtlich, dass Körper, welche einen ihrer Theile fahren lassen, und dagegen von einem andern sie berührenden Körper einen Theil an sich ziehen, von diesem Uebergange eines Stoffs von einem Körper in den andern oft am Gewicht zunehmen, und nothwendig zunehmen müssen, wenn der Stoff, den sie abgeben, ein geringeres, derjenige hingegen, den sie einschlucken, ein viel grösseres Gewicht hat.

Der Phosphor nimmt aber, wenn er eine saure Beschaffenheit zeigt, am Gewicht gerade so viel zu, als die Luft abnimmt, in welcher er brennt; das könnte doch nicht geschehen, wenn der Phosphor etwas verlöhre, wenn er sich nicht ganz und unzersetzt mit der eingeschluckten Luft vereinigte.

Allein zu geschweigen, dass dieser Zuwachs, den der Phosphor bey der gedachten Veränderung am Gewicht erhält, nicht von allen gleich gross angegeben ist, nicht in allen Versuchen und Erfahrungsarten gleich ausfällt, zu geschweigen, dass zu diesem Zuwachse auch die Feuchtigkeit, welche, obgleich in der Rechnung nicht darauf geachtet wird, nicht blos in der Salpetersäure, sondern auch in der Luft, und sogar in der Lebensluft immer, aber nicht immer in gleicher Menge steckt, und vom Phosphor, indem er brennt, angezogen wird, etwas beytrage, so würde selbst diese bestimmte Zunahme am Gewicht, wen sie auch immer, und in allen Versuchen gleich wäre, nicht beweisen, dass der Phosphor bey dieser Veränderung nichts verliert: denn der Stoff, den der Phosphor bey dem Verbrennen von sich giebt, könnte ja, wenn er auch den gleichen Raum einnimmt, doch viel weniger Gewicht haben, als derjenige, den er nach dem Verlust des erstern eingeschluckt hat. Gesetzt, was nach dem bisher gesagten nicht unwahrsheinlich ist, es stecke im Phosphor entzündbares Gas oder seine Grundlage; gesetzt es brennen 45 Gran desselben;

Certum est, non idem semper observari incrementum ponderis in phosphoro usto, tum propter peregrina corpora aut phosphoro aut aëri in experimento adhibito immixta, cum propter diversitatem acidi per ustionem orti, quia interdum phosphoricum, interdum phosphorosum et interdum acidum ex duobus mixtum obtinetur, in quibus singulis diversa est proportio inter phosphorum et oxygenium. Pari difficultate in plurimis aliis corporibus compositis vera proportio partium componentium definietur. Sic vix ac ne vix quidem exactissime quis, ante factum experimentum, describere potest, quantum cinnabaris ex dato pondere hydrargyri obtinebitur. Nihilo minus omnibus in confesso est, quod cinnabaris ex hydrargyro et sulphure constituatur. Neque desiderabitur firmum testimonium de eo, quod phosphorus totus partem efficiat acidi phosphorici; observaverunt enim qui phosphorum in aëre vitali puro, in vasis perfecte clausis, comburendum curaverunt, omnem hunc aërem consumtum fuisse, simulque generatum acidum, toto aëris pondere phosphorum excedens. Itaque patet, in hoc experimento plane nihil, quod aestimari possit, ex phosphoro abiisse, aut cum aëris vitalis basi commutatum fuisse, proptereaque adhuc nulla indicia aëris inflammabilis in phosphoro latentis exhibita fuisse.

Quod vero aër inflammabilis ad formandum phosphorum necessarius sit, ex experimento quodam Rev. Priestleyi comprobatum esse judicat Cel. Gmelin. Scilicet acidum phosphori siccum in aëre inflammabili inclusum et per focum radiorum solarium calefactum, tres quartas aëris partes absorpsisse et simul in phosphorum reductum fuisse videbatur e).

Hoc quidem experimentum primo intuitu indicare videtur aëris inflammabilis basin esse partem phosphori; si vero phaenomena ejus attentius considerentur, prorsus contraria menti sese insinuat explicatio. Repetatur itaque experimentum. Immissis acido phosphori et aëre inflammabili optime siccatis in vase vitreo, claudatur hoc hermetice, atque bilance accurata exploretur pondus ejus una cum materiis inclusis. Applicato deinde foco radiorum solarium ad acidum, perficiatur phosphori reductio. Hoc facto ponderetur iterum vitrum, et nulla obtinuisse invenietur ponderis jactura. In superficie vitri interna vero conspectui se jam offerent guttulae aqueae. Fracto vitro, seorsim ponderatus phosphorus acido adhibito multo levior esse invenietur. Collecta vero et ponderata aqua tanto pondere superabit id, quod perdidit acidum,

---

diese saugen aus der Lebensluft, in welcher sie brennen, 138 $^3/_4$ Würfelzolle; wahrsheinlich ist in diesem Vorrath von Phosphor dem Umfange nach eben so vieles entzündbares Gas gewesen; nun betragen aber 138 $^3/_4$ Würfelzolle entzündbares Gas. wenn man mitt Lavoisier den Würfelzoll = 0,03539 setzt, noch nicht fünf (4,91037) Grane, 138 $^3/_4$ Zolle Lebensluft hingegen über 70 (70,33791) Grane; ist es also Wunder, dass der Phosphor, wenn er jenes verliert, und diese in sich nimmt, am Gewicht zunimmt? — Erwägt man überdies, dass nach dem eigenen Geständnisse von Lavoisier, der doch darüber die genauesten Versuche angestellt hat, der Zuwachs, den der Phosphor durch das Brennen am Gewicht erhält, bald um eines oder einige Grane mehr, bald weniger beytrage, und nothwendig veränderlich seyn müsse, dass endlich auch das eigenthümliche Gewicht der Lebensluft, welches man doch in der Rechnung als immer gleich annimmt, nach der verschiedenen Stufe ihrer Reinigkeit, nach dem Druck, unter welchem sie ist, nach ihrer Temperatur unterschieden ist, so lässt sich jener Zuwachs am Gewicht nicht nur erklären, sondern auch, was manchen so ungereimt vorkommt, mit dem Verlust zusammenreimen.

e) l. c. p. 406. Darzu kommt noch, dass trockene Phosphorsäure, wenn man sie unter einer Glasglocke in entzündbares Gas einschliesst, und nun den Brennpunkt einer Glaslinse darauf richtet, nachdem $^3/_4$ Gas verschluckt sind, zu Phosphor wird.

quantum effecerat aër inflammabilis elasticitate jam privatus. His observatis luculenter patet, neque aërem inflammabilem, qui absorberi videbatur, in phosphoro reducto latere, neque omnem aquam, quae producebatur, ex ipso acido venisse.

Ne vero quis objiciat, inflammabilem partem phosphori post hujus ustionem nullibi reperiri, animadvertit Cel. Gmelin eandem latere posse, aut in aëre vasis residuo, aut in ipsa flamma, aut in aqua, quae sub inflammatione orta acidi pondus augeat. f)

Prima quidem explicatio repugnat contra experientiam eorum, qui aërem vitalem purum totum quantum a phosphoro absorptum fuisse viderunt. Sed neque ex aëre impuro post peractam phosphori ustionem aliud residuum fuisse observaverunt, quam aëris species heterogeneas, quales antea cum vitali mixta fuerant, interdum aliquam ipsius aëris vitalis partem, atque non raro particulas phosphori plus minus oxidatas et a gas azotico solutas, quae si vel inflammabilitatem sibi propriam servaverint, nullam tamen ex parte phosphori usta mutuo acceperunt.

Potius phaenomenis convenire videtur illorum ratio phlogiston concipiendi, qui idem a luminis materia non differre putant. Si lumen sit materia a calorico diversa, haec non sine probabilitate ponitur inesse in omnibus corporibus inflammabilibus, ab iisdem vero sub inflammatione fugari. Et quia subtilissima haec substantia pondere carere videtur, nihil impedit quominus eadem privatum esse censeatur corpus inflammabile, quamvis toto pondere aëris vitalis absorpti auctum inveniatur. Hydrogenium vero, si quando in phosphoro reperiatur, pro corpore peregrino, ad essentiam phosphori non pertinente, habendum esse existimamus, cum nullo experimento ostensum sit, aquam sub ustione phosphori puri generari.

Offendit porro Celeberrimum Gmelin quod in acido phosphorico desideretur inflammabilitas, quae praecipua proprietas phosphori post ustionem quoque manifesta esse deberet, si nullam sui partem perdidisset phosphorus. Atque si omnis differentia inter phosphorum et

---

f) l. c. Wenn aber der Phosphor, in dem er verbrennt und eine Säure darstellt, einen Stoff verliert, in welchem diese eingehüllt war, wo kommt dieser hin? In der Luft, worin er gebrannt hat, findet man davon nichts; war es gemeine, so bleibt nur Stickgas, war es Lebensluft, so bliebt sie, wenn sie anders nicht ganz verschluckt wird, unverändert zurück.

Nicht zu erwähnen, dass die gemeine Luft durch die Flamme des Phosphors, ihres Antheils an Lebensluft niemals gänzlich beraubt werden kann, sondern dass neben dem Stickgas immer noch ein anders zurück bleibt, welches mit Salpetergas rothe Dämpfe giebt, nicht zu erwähnen, dass auch von der Lebensluft, selbst wenn sie noch so rein ist, nachdem Phosphor darin gebrannt hat, sehr oft eine luftartige Flüssigkeit zurück bleibt, welche die Flamme auslöscht, und entweder Luftsäure ist, oder nichts anders als Phosphorsäure in Luftgestalt, und in beyden Fällen den Verdacht eines Brennstoffs, oder mit welchem Namen man ihn lieber bezeichnen will, erregt, so könnte jener feine Stoff, der auch durch die dichtesten Gefässe dringt, und sich nicht halten lässt, eben so wie bey dem Verkalken der Metalle, in Gestalt von Wärme und Licht davon gehen; denn auf welche Weise auch der Phosphor diese Veränderung erleidet, so giebt er, indem er sie erleidet, wenn ihm nicht eine andre offenbare Säure zugesetzt wird, Licht von sich, das doch nicht wohl alles von der Luft kommen kann, welche ihn berührt und umgiebt.

Nimmt man an, Wasser entstehe aus entzündbarem Gas und Lebensluft, so könnte auch der die Säure einhüllende Theil des Phosphors, indem dieser brenut, durch seine Verbindung mit Lebensluft zu Wasser werden, und, indem er sich an die zurückbleibende Säure hängt, ihr Gewicht vermehren.

acidum phosphoricum in eo sita esset, quod hoc sibi habeat adjunctum aërem vitalem calorico privatum, idem acidum in elevatiore caloris temperatura collocatum nihil omnino differre posse existimat a phosphoro cum aëre vitali mixto, quare exspectandum esset, ut sufficienter calefactum perpetua flamma arderet g).

Hac vero argumentatione nondum labefactam esse theoriam Lavoisierianam facile patet consideranti, quod secundum Lavoisierum combustio phosphori, quae nonnisi ex mutua attractione inter phosphorum et aëris vitalis basin oritur, jam perfecta sit in phosphoro hac aëris basi satiato; neque rem mutari per vehementiorem caloris temperaturam, facile quisque intelligit, qui noverit per ignis vim neque oxygenium phosphoro adnexum aëream recuperare posse formam, neque phosphorum in acido latentem suo vinculo liberari. Sed si vel per vehementiam ignis oxygenium acidi aëream formam acquireret et phosphorum nudum relinqueret, hoc ipso nihil aliud indicaretur, quam quod sic infracta sit attractionis vis, quae inter phosphorum et oygenium obtinuerat, quodque propterea in hac temperatura impossibilis sit combustio phosphori. Exemplis aliorum corporum res facile, si opus fuerit, illustrabitur. Acidum nitricum carbonatem potassae vehementer aggreditur, et phaenomenon effervescentiae producit, simulque convertitur in nitratem potassae, qui omnem quantitatem acidi adhibiti ligatam tenet, quamvis jam destitutus sit facultate cum carbonatibus effervescendi. Si vero nitro addatur acidum carbonicum, in corpore hoc mixto aderunt et acidum nitricum et potassa et acidum carbonicum, sive omnes eaedem partes, quae in mixtione acidi nitrici cum carbonate potassae ad phaenomenon effervescentiae producendum sufficiebant; nemo tamen effervescentiam de novo exspectabit: habet enim jam acidum nitricum quod appeterat, vel per cujus attractionem fugatum fuit acidum carbonicum. Et neminem non visurum esse existimamus, eandem omnino esse rationem phosphori cum oxygenio satiati.

His pensitatis, remotum erit dubium a Cel. Gmelin mox adductum, scilicet, quemadmodum oxida nonnulla metallica in igne omne oxygenium suum sub forma aëris vitalis amittunt, sic phosphori quoque acidum, si nihil praeter phosphorum et oxygenium contineret, hoc

---

g) l. c. p. 408. Auch das streitet wieder die Meinung, die Phosphorsäure entstehe aus der Verbindung des ganzen Phosphors mit der Grundlage der Lebensluft, dass die Entzündbarkeit des Phosphors darin ganz zerstört ist, die Säure mag erlangt werden wie sie nur immer vill; denn ist sie anders von allem verbrennlichen Stoffe gänzlich rein, so kann sie auch im heftigsten Feuer nicht zur Entzündung gebracht werden; ich weiss zwar wohl, dass viele Körper ihre Natur ändern und verlieren, wenn sie andre mit sich vereinigen; aber warum die Lebensluft, in welcher alle verbrennliche Körper, und vornemlich der Phosphor, viel lebhafter und schneller brennen, als in jeder andern, nach Lavoisier und seinen Nachfolgern, die Hauptquelle der Wärme und des Lichts, und bey dem Verbrennen des Phosphors nach ihrer Meinung die einzige, durch ihre Gesellschaft diese ausgezeichnete Eigenschaft des Phosphors zerstören kann, ist schwer zu erklären. Vielleicht geschieht es deswegen, weil der Phosphor in dieser Säure schon mit Lebensluft gesättigt ist, also keine mehr anzieht, und das ganze Verbrennen des Phosphors blos auf seiner Anziehungskraft zur Lebensluft beruht. Wäre aber Phosphorsäure nichts anders als unzersetzter Phosphor, der in allen seinen kleinsten Theilchen mit Lebensluft umgeben ist, so müsste sich diese Säure bey einer bestimmten Stufe von Hitze in jedem Medium entzünden; da dieses aber nicht geschieht, so ist allerdings zu zweifeln, ob er unzersetzt, oder nicht vielmehr desjenigen Theils, der durch seine starke Anziehungskraft zu Lebensluft der Grund des Verbrennens ist, beraubt, in der Säure stecke.

elemento privari debere, atque hoc facto iterum inflammari h). Itaque sufficiet nobis addere, quod neque metalla, fugato ex oxidis suis per ignem aëre vitali, reducta in eodem igne iterum inflammentur.

Ex iis quae de diversitate inter phosphorum et acidum phosphoricum diximus, facile quoque intelligitur, cur aliter in igne se habeant phosphates, aliter phosphoreta i).

Ulterius, quia ex pari causa similes effectus oriri debent, ad fidem pronum non esse censet Cel. Gmelin, quod ex phosphoro volatili et corpore aëreo nascatur acidum phosphoricum, quod ne per maximam quidem ignis vim in vapores resolvi potest, cum per similem combustionem ex fixo carbonio produci videtur acidum carbonicum aëriforme k).

Saepissime quidem invenimus corpora composita proprietatibus gaudere, quae in nulla parte eorum constitutiva obtinent; si tamen propterea dubia aliquando esset theoria compositionis, non videmus, quid in praesenti casu contra theoriam Lavoisierianam potius quam contra Stahlianam inde deduceretur; ex eodem enim omnino fundamento paradoxum esset, quod volatilis phosphorus ex acido fixo et phlogisto progignatur, cum e contrario valde fixum sit carbonium ex volatili acido carbonico et phlogisto formatum.

Contendit denique Cel. Gmelin secum ipsa non cohaerere doctrinam Lavoisieri, quoniam metalla in acido phosphorico solvenda, cum oxygenium sibi necessario sumant, idem ex ipso acido arripere et partem saltem phosphori nudam relinquere deberent, quod tamen nusquam evenit l). Ad hoc nobis liceat respondere, quod metalla oxygenium, quod necessarium

---

h) l. c. p. 409. Man wird vielleicht dagegen sagen, dass sich nicht die ganze Lebensluft mit dem Phosphor vereinigt habe, sondern nur ihre Grundlage, des Lichts und Wärmestoffs beraubt, welche bey dem Verbrennen in Gestalt von Flamme davon giengen, und da sie nur vermöge dieser jene Erscheinungen hervorbringt, also jetzt keine Entzündung mehr erregen kann; aber warum sollte nicht die Grundlage der Lebensluft, wenn die Phosphorsäure bey starker Hitze geschmolzen und geglüht wird, da sie zu beyden Stoffen eine so starke Anziehungskraft hat, sie theils aus dem Feuer, theils aus der Luft einschlucken können; so wie Metallkalke bey heftiger Hitze in verschlossenen Gefässen nicht blos die Grundlage, die sie bey ihrer Entstehung eingesogen hatten, sondern indem sie Licht- und Wärmestoff in sich nehmen, die ganze Lebensluft geben, so müsste auch der Phosphor, wenn er ganz in der Säure steckt, allenthalben von vollkommener Lebensluft umgeben, und von starker Hitze durchdrungen ist, hier in Flamme ausbrechen.

i) l. c. Auch die Salze, welche aus der Verbindung dieser Säure mit Laugensalzen entspringen, weichen von denen zu sehr ab, welche der Phosphor selbst mit eben diesen Laugensalzen erzeugt, ob sie gleich nach Lavoisier nur darinn verschieden sind, dass jene die Grundlage der Lebensluft in sich haben diese nicht; denn diese brennen bey starker Hitze, jene, ob sie gleich Lebensluft in sich haben, welche die Entzündung so sehr begünstigt, auch im heftigsten Feuer nicht.

k) l. c. p. 410. Auch ist kein Versuch bekannt, in welchem reine und vollkommene Phosphorsäure, auch bey noch so starker und noch so lange anhaltender Hitze sich in Dämpfe aufgelöst, oder in ihre angebliche Bestandtheile zersetzt, und ihre Lebensluft von sich gegeben hätte, wie sie doch aus mehreren Metallkalken, welche sie bey ihrer Entstehung eingesogen hätten, unter den gleichen Umständen austritt! auch ist es befremdend, dass durch die gleiche Lebensluft, durch deren Beytritt die so sehr feuerfeste Kohle zu einem so flüchtigen Stoffe, wie die Luftsäure ist, werden soll, der Phosphor, der in verschlossenen Gefässen so leicht aufgetrieben werden kann, zu einem Körper wird, den auch die heftigste Hitze nicht in Dampf verwandeln kann.

l) l. e. Wenn endlich Phosphorsäure nichts anders ist, als Phosphor mit der Grundlage der Lebensluft gebunden, wenn sich nach Lavoisier kein Metall in einer Säure auflöst, ohne dieser einen Theil

habent antequam ad salia metallica producenda fiant idonea, non semper ex acido, quod alteram salis metallici partem sistit, desumant, sed idem non raro ex aqua acido admixta et interdum ex aëre atmosphaerico attrahant; atque cum plurima metalla ex acidis suis per phosphorum ad formam metallicam reduci possint, patet majorem obtinere attractionis vim inter phosphorum et oxygenium, quam inter hoc et metallum, adeoque non sperandum esse, ut acidum phosphori per haec metalla destruatur, nedum ut phosphorus nudetur; inde vero eo minus dubiam esse praesentiam oxygenii in acido phosphorico, quo certius nonnulla metalla acidum phosphoricum in phosphorosum convertere valeant.

Quamvis autem de modo plura phosphori phaenomena explicandi a Celeb. Gmelin dissenserimus, lubenter tamen Illustri Viro largimur probabilem esse opinionem, quod per duplicem potius quam simplicem attractionem perficiatur et combustio et reductio phosphori, sive quod tam phosphorus quam alia corpora inflammabilia subtilissimam substantiam in sinu suo foveant, eamque mittant, quoties cum aëris vitalis basi conjungantur m); addimus vero nullum decrementum ponderis per hanc privationem observatum, neque acidam naturam in ipso phosphoro detectam fuisse.

---

jener Grundlage zu entziehen, und mit sich zu vereinigen, so müsste bey allen Auflösungen in dieser Säure wenigstens ein Theil des Phosphors von dieser Grundlage entblösst zum Vorschein kommen, der, wie wahrer Phosphor, sich leicht entzündet, und seine übrigen auszeichnenden Eigenschaften hat; da dieses aber nicht geschieht, so bleibt auch deswegen diese Zusammensetzung der Phosphorsäure, selbst nach den Grundsätzen dieses Systems, zweifelhaft.

m) l. c. p. 411. Es scheint vielmehr bey dem Verbrennen des Phosphors eine doppelte Verwandschaft zu wirken, nemlich die saure Grundlage des Phosphors die Grundlage der Lebensluft zu ergreifen, und der andre Theil von jenem mit dem andern Theile von dieser in Gestalt von Flamme davon zu gehen; so wie der Phosphor, wenn man ihn mit einigen Metallkalken behandelt, indem seine Grundlage aus diesen Kalken Lebensluft einschluckt, zu Säure wird, und die Metallkalke, indem sie die Grundlage der Lebensluft absetzen und aus dem Phosphor einen andern Stoff einschlucken, ihren Glanz wieder erlangen.

XVIII.

Prüfung der Einwürfe des Hrn. Hofraths Gmelin gegen die Lavoisier'sche Theorie von der Natur der Salpetersäure *).

Vom Hrn. Prof. Gadolin zu Abo. **)

Von der Kraft der Salpetersäure, verbrennliche Körper aufzulösen oder anzufressen, worin sie alle andere Körper übertrifft, schlossen die Chemiker, obgleich auf verschiedene Art, auf die Natur derselben. Stahl nemlich und seine Nachfolger schlossen daraus, in der Meynung, dass die Körper desto ähnlicher wären, je lieber sie sich mit einander verbänden auf einen grossen Phlogiston Gehalt. Diese Meynung bestätigten auch mehrere Phänomene beym Verbrennen. Sie sahen nemlich, dass Körper, sobald diese Säure kalt mit ihnen verbunden ward, öfters verbrannt, zuweilen entzündet und selbst zum Brennen mit lebhafter Flamme gebracht wurden. Weiter bemerkten sie, dass, wenn diesen Körpern beym Bearbeiten (in Feuer) Salpeter zugesetzt wurde, sie gewaltsam aufloderten, welches man Detonation nannte. Es schien ihnen also in derselben und den damit verbundenen Körpern eine solche Feuerkraft zu liegen, wie sie sie damals ihrem Phlogiston beylegten. Hierzu kam noch, dass man sah, wie aus den verbrennlichen Theilen organischer Körper sehr gut Salpeter gewonnen werden könne. Sie schlossen daher, und zwar nicht ohne Wahrscheinlichkeit, dass Phlogiston der vorzüglichste Bestandtheil der Salpetersäure sey.

Andere waren ganz der entgegengesetzten Meynung, und glaubten, die Salpetersäure griffe deshalb die Körper so heftig an, weil sie selbst gar kein Phlogiston habe. Sie führten nemlich an, die tägliche Erfahrung beweise ja, dass ganz verschiedene Körper sich wechselseitig durchdrängen und zusammen verbänden; also sey es wahrscheinlich, dass die Körper

*) Crells chem. Annal. 1802. I. S. 211—219.

**) Vom Hrn. Verfasser mitgetheilt und übersetzt vom Hrn. L. v. Schmidt Phiseldeck. C.

sich desto eher anzögen, je mehr sie verschieden wären. Da nun die Salpetersäure dem brennbaren Körper ihr Vermögen, zu brennen, zu rauben vermag, und zugleich neue Eigenschaften dadurch erhält, so glaubte man, dass letztere von dem Phlogiston derselben, das in die Säure übergehe, abzuleiten wären. Nach dieser Theorie greift die reine Salpetersäure, worin man kein Phlogiston annahm, die brennbaren Körper am stärksten an; mit einer geringen Quantität Phlogiston verbunden, wird sie flüchtiger und zeigt eine rothe Farbe und wirkt nicht so heftig; mit Phlogiston aber gesättigt, scheint sie sowohl die Kraft, verbrennliche Körper zu verändern, als auch alle sauren Merkmale eingebüsst zu haben, und dann ihr nur schwach gebundenes Phlogiston der atmospärischen Luft abzutreten, und wenn sie endlich mit so viel Phlogiston, als sie aufnehmen kann, beladen ist, sich in Stickluft zu verwandeln. Diese Theorie verdrängte die andre bald, und war fast von allen Chemikern angenommen, als der berühmte Lavoisier seine Reformation in der Chemie anfieng.

Da dieser beständig mit der Idee, das Phlogiston aus der Reihe der Körper zu tilgen, beschäftigt war, that ihm keins von beyden Systemen Genüge. Die Veränderungen dieser Säure hiengen, seiner Meynung nach, von dem verschiedenen Verhältnisse der unleugbaren Bestandtheile, die durch die Sinne erkannt werden können, ab. So, zeigte er, sey in der reinen und hellen Salpetersäure die grösste Menge Sauerstoff, in der flüchtigen, rothen und rauchenden, die er durch den Namen der salpetrigten Säure (acidum nitrosum) von der reinen unterschied, ein geringerer, in der Salpeterluft, die er gas nitrosum nennt, die geringste, und in der Stickluft, oder dem Stickgas (gas azoticum) nichts von Sauerstoff. Und weil er ausser dem Stick- und Sauerstoff weiter nichts in diesen Körpern gefunden hatte, so schloss er, dass Azote eine Art der Körper sey, die Lebensluft mit sich zu verbinden und durch sie eine saure Natur zu erhalten fähig sind.

Diese neue Theorie hielten fast alle Neuere für die der Natur angemessenste; nicht allein die, die nach Lavoisier das antiphlogistische System annahmen, sondern auch selbst die, die das Stahl'sche vertheidigten. Unter letztern gab auch der berühmte Gmelin, der sich mit der Prüfung der Lavoisier'schen Meynungen über die Natur der Säuren beschäftigte, zu, dass es hinlänglich bewiesen sey, die Basis der Lebensluft sey in der Salpetersäure vorhanden, theils weil sie durch Zerlegung der salpetersauren Verbindungen und der Salpetersäure selbst in grosser Menge erhalten, und nach ihrer Austreibung die Salpetersäure zerstört gefunden wird, theils weil bey der Zusammensetzung nicht allein durch Metalloxyde Salpetersäure hervorgebracht werden kann, sondern auch die gewöhnliche Methode, den Salpeter zu machen, da sie nicht ohne Zugang der Luft ausführbar ist, zeigt, dass Lebensluft ein, zu der Zusammensetzung dieser Säure nothwendiger, Theil ist. Da nun überdies mehrere Chemiker durch eine Reihe der trefflichsten Versuche bewiesen haben, dass nur aus den Körpern, die das in ihnen enthaltene Azote entweder der freyen, oder in andern Körpern versteckt liegenden, Luft abtreten können, erzeugt werde, so trägt der berühmte Gmelin kein Bedenken, zu schliessen, dass aus der Verbindung des Azots mit der Lebensluft Salpetersäure erzeugt werde, ob er gleich die Frage noch nicht für entschieden hält, ob nicht ausser diesen Körpern und dem Wärmestoffe, ein noch unbekannter Stoff da seyn müsse, ehe die Salpetersäure hervorgebracht werden könne.

In diesem allen stimmen wir so sehr mit dem berühmten Gmelin überein, dass uns selbst Stick- und Sauerstoff allein zur Bildung der Salpetersäure nicht hinlänglich scheint; und zwar vorzüglich deswegen, weil die Phänomene, worauf, wie wir angeführt haben, die alte Meynung Stahl's gestützt war, weder durch die Theorie der neuern Stahlianer, noch Lavoisier's, erklärt werden können. Um aber von vorn anzufangen, wollen wir erst mit einigen Worten die Erscheinungen bey der Verbrennung überhaupt in Erwägung ziehen.

Den Aktus der Verbrennung definirte Lavoisier durch die Verbindung eines brennbaren Körpers mit dem Sauerstoffe, weil er bemerkt hatte, dass Körper, während sie in der Luft verbrannt werden, die materiellen Theile derselben anziehen, und mit Verlust der Elasticität derselben, sie mit sich verbinden. Das Phänomen des Feuers glaubte er aber entstände daher, weil die Luft ihre Flüssigkeit und elastische Form und zugleich die hiervon abhängende Kraft, das Feuer zu binden und zu verbergen, verlöre.

Dass eine grosse Menge Wärmestoff in der Lebensluft verborgen sey, scheint hinlänglich durch die Versuche derer, die die Fähigkeiten der Körper, den Wärmestoff zu binden erforscht haben, bewiesen zu seyn; über das Licht aber, welches der zweyte Bestandtheil des Feuers ist, sind sie nicht alle einerley Meynung. Dass aber die Luft hiermit gleichfalls angefüllt sey, glaubte Lavoisier daher, weil die reine Lebensluft niemals ohne Licht, entweder vom Feuer oder den Sonnenstrahlen, aus den mit Sauerstoff gebundenen Körpern befreyet werden könne. Gegen diese Erklärung aber lässt sich, wie der berühmte Richter sehr wahr erinnert, einwerfen, dass die Körper in der mit Sauerstoff überladenen Salzsäure mit lebhafter Flamme, und zuweilen stärker als in der Lebensluft brennen, welche Flamme hervorzubringen, ein geringer Grad der Wärme, auch im Dunkeln, zureicht. Und da überdies die Erfahrung lehrt, dass aus den zusammengemischten und erhitzten Körpern, ohne die geringste Berührung der Lebensluft, eine Flamme hervorbreche, und dass die Heftigkeit der Detonation durchaus nicht von der freyen Luft abhänge, so scheint es uns eben nicht wahrscheinlich, dass alles Licht bey der Flamme der brennenden Körper aus der Luft komme; im Gegentheil finden wir nichts, das der Meynung, dass es aus den verbrennlichen Körpern abgeschieden werde, widerspräche.

Es ist auch noch gar nicht unbezweifelt gewiss, ob man mit Recht annehmen kann das Licht sey ein eigenthümlicher Stoff; oder ob nicht vielmehr die Phänomene des Lichts aus einer Bewegung der kleinsten Theile des leuchtenden Körpers entstehen. Die Ursache dieser Wirkung sey es nun erlaubt, in einem sehr feinen, zuweilen mit einigen Körpern verbundenen Stoffe zu suchen. Und da, nach dem, was wir eben gesagt haben, dieser vorzüglich in den verbrennlichen Körpern verborgen zu seyn, und erst bey der Verbrennung sich uns zu zeigen scheint, so wird es uns Niemand übel nehmen, wenn wir diesem den schon veralteten Namen Phlogiston beylegen, da wir mit einigen der neuern Chemiker annehmen, dass die Verbrennung der Körper in Lebensluft durch Hülfe einer doppelten Anziehung bewirkt wird, nemlich der, die zwischen dem Phlogiston des verbrennlichen Körpers und dem Wärmestoff der Luft statt findet, und der, womit der ponderable Theil des verbrennlichen Körpers oder das Substrat desselben den Sauerstoff anzieht.

Nach dieser Vorausschickung wollen wir zu der Betrachtung der Theile der Salpetersäure zurückkehren. Obgleich das Azote in dieser Säure mit dem Oxygen verbunden ist, so

wagte es doch Lavoisier kaum, es unter die verbrennlichen Körper zu zählen, da es von allen, wenn ich etwa die edeln Metalle ausnehme, darin verschieden ist, dass es nicht mit einer Flámme brennen, und nicht durch seine eignen Kräfte die Lebensluft ihrer Elasticität berauben kann. Es scheint daher dem Azote das Phlogiston, oder die feinste Materie, wodurch die verbrennlichen Körper ihre Natur erhalten, zu fehlen. Damit uns aber Niemand einwerfe, dass das Stickgas, in welchem allein reines Azote angetroffen wird, nur, seiner luftförmigen Beschaffenheit wegen, nicht so verbrennlich schiene, als wir es wirklich finden würden, wenn wir es verdichtet bearbeiten könnten, so bemerken wir noch, dass alle andere verbrennliche Körper sehr leicht entzündet und selbst in Flamme gesetzt werden können, wenn sie luftförmig sind, und das gar kein Grund da sey, warum wir annehmen sollten, dass das Azote allein hierin von andern entzündlichen Körpern so sehr verschieden sey. Wir glauben vielmehr, dass die Meynung wahrscheinlicher ist, dass das Azote eher das Substrat eines entzündlichen Körpers, als selbst entzündlich ist; und dies um so eher, da wir bis jetzt nur durch Zuthun leicht entzündlicher Körper es zur Entzündung haben bringen können. Denn wenn z. B. brennbare Luft, Stickstoff und Lebensluft zusammengemischt und entzündet werden, so erhält man sogleich Wasser, mit salpetrigter Säure vermischt. Dies scheint auch das Phänomen, welches auch der berühmte Gmelin für sehr bemerkungswerth hält, dass nemlich aus der Lebensluft und dem Stickstoff, die durch elektrische Funken in Bewegung gesetzt werden, salpetrigte Säure hervorgebracht wird, deutlich zu beweisen. Denn bis jetzt haben wir keine andere Idee von den Funken, als dass sie feurige vom Lichte abgestossene Kugeln sind. Aus diesem schienen nun die Theilchen des Stickgas's allmälig Phlogiston, das ihnen fehlte, anzunehmen, durch dessen Hülfe es in die Lebensluft eindringen, und ihr Oxygen mit sich verbinden können. Auf diese Art scheint der, aus dem Azote und Sauerstoffe entstandene, Körper zugleich Lichtmaterie oder Phlogiston und Wärmestoff mit sich zu vereinigen, von denen die feuerähnliche Kraft, die die Salpetersäure allenthalben auszuüben pflegt, abzuleiten ist. Aber diese Sache selbst ist sehr weitläuftig, und fordert eine neue Reihe der genauesten Versuche, ehe man sich auf die Wahrheit derselben mit Gewissheit verlassen kann.

XIX.

Prüfung der Einwürfe des Hrn. Hofraths Gmelin gegen die Lavoisier'sche Theorie über die Natur der Kohlensäure *).

Vom. Hrn. Prof. Gadolin. **)

Eine vielfache Erfahrung lehrt, dass die Körper nicht immer ihren Ursprung den Substanzen verdanken, durch die sie dargestellt und erhalten werden. So wird gewöhnlich aus der salzsauren Soda (dem Kochsalze) durch die Vitriolsäure die Salzsäure, aus dem Borax die Boraxsäure, aus den kohlensauren Substanzen die Kohlensäure u. s. w. erhalten; und doch wird in unserem Zeitalter niemand behaupten, dass alle diese Säuren aus der Vitriolsäure entstehen, da es klar ist, dass keine derselben bey den eben gedachten Operationen, weder an Quantität, noch Qualität verändert, sondern nur durch sie von den Banden, die sie zurückhielten, befreyet werde. Da man vor noch nicht gar langer Zeit bemerkte, dass aus dem Zucker und mehrern andern Körpern durch Salpetersäure eine eigenthümliche Säure hervorgebracht werde, so glaubten Viele, sie habe ihre saure Natur von der Salpetersäure, bis endlich die Chemiker sie auf andre Art noch darzustellen lernten, und sie auch ohnlängst schon gebildet in dem Safte der Vegetabilien fanden. Hieraus folgt, dass man erst aufs sorgfältigste Alles erwägen muss, ehe man sich zu einer auch noch so wahrscheinlichen Theorie bekennt; und es ist daher nicht ohne Grund unter den jetzigen Chemikern die Frage aufgeworfen, ob der Sauerstoff oder die Basis der Lebensluft, die wenigstens zu der Entstehung einiger Säuren nothwendig zu seyn scheint, wirklich ein Bestandtheil derselben sey. Ich glaube daher keine

*) Crells chem. Annal. 1803 I. S. 313—323.

**) Dies ist eine, von Hrn. L. v. Schmidt gemachte, Uebersetzung der Streitschrift des Hrn. Prof. Gadolin, unter dem Titel: Dissertatio chemica animadversiones cel. Gmelin in theoriam Lavoisierianam de natura acidi carbonici examinans, quam praeside M. J. Gadolin, pro gradu publicae censurae subjicit J. A. Montén. Aboae d. 22. Jun. 1801. pag. 18. C.

unnütze Arbeit übernommen zu haben, wenn ich es wage, die von jeder Parthey der Streitenden vorgebrachten Gründe zu prüfen. Zu diesem Zwecke werde ich aber bey dieser Gelegenheit nur bey der aufmerksamen Prüfung der Beobachtungen des Hrn. HR. Gmelin über die Kohlen- oder Luftsäure stehen bleiben.

Weil es bekannt ist, dass die Säure aus den Kohlen, wenn diese bey sehr hoher Temperatur entweder mit der Lebensluft oder doch mit den Körpern, die die Basis dieser Luft enthalten, behandelt werden, entwickelt wird, hingegen durch heftiges Feuer allein blos inflammable Luft entsteht, so nimmt hieraus der berühmte Gmelin Gelegenheit, die Frage aufzuwerfen, ob nicht die Luftsäure schon gebildet in der Kohle enthalten und dann erst uns bemerkbar sey, wenn sie, durch die Kraft des Feuers ihrer Fesseln entledigt, zugleich mit dem Wasser und dem Wärmestoffe oder der Lebensluft gasförmig wird. Der Meynung der Gegner, glaubte er, sey es ungünstig, dass das Gewicht der Luftsäure mit der Summe des Gewichts der verbrannten Kohle und verzehrten Luft übereinkomme; denn dies muss nothwendig folgen, wenn die Säure in der Kohle nur von einer sehr leichten Substanz fixirt ist, welches er für desto wahrscheinlicher hält, weil es gewiss ist, dass Lavoisier durch starkes Feuer eine grosse Menge brennbarer Luft, die weit leichter, als atmosphärische Luft ist, erhalten hat. Es nimmt daher der berühmte Gmelin ihrer Wahrscheinlichkeit wegen die Hypothese an, dass in den Kohlen die Luftsäure durch brennbare Luft gebunden werde, und dass ihr Gewicht daher nach erhaltener Freyheit so vermehrt schiene, weil statt der leichten brennbaren Luft sie die schwere Lebensluft mit sich verbunden habe *). Weil aber in der Physik Schlüsse, die sie nicht auf deutlich in die Augen fallende Phänomene gründen, wenig gelten, und es bekannt ist, dass aus reinen Kohlen, ohne Zuthun von Sauerstoff, noch keine Kohlensäure erhalten ist, so scheint der, der die Nothwendigkeit der Lebensluft zur Bildung derselben leugnet, verpflichtet, durch mehrere, keinem Zweifel unterworfene, Erscheinungen zu zeigen, dass Merkmale von Säuren in den Kohlen, vor dem Zutritt des Sauerstoffs, schon gefunden werden; oder wenn dies wegen der genauen Vereinigung zwischen den Theilen der Kohlen nicht geschehen kann, so muss er wenigstens zeigen, dass die freye Kohlensäure, ohne Beeinträchtigung ihrer sauren Natur, der Lebensluft beraubt werden könne. Sollte auch dies durch keinen Versuch dargethan werden können, so scheint die Hypothese der Gegenwart der Säure in den Kohlen wenig wahrscheinlich, wenn nicht endlich noch bewiesen werden kann, dass sich der Wasserstoff oder die brennbare Luft so mit der Luftsäure verbinden könne, dass aus beyden zugleich ein dichter, den Kohlen ähnlicher Körper entstehe. Da also diese Beweise noch fehlen, so kann ich mit dem berühmten Gmelin über die Wahrheit seiner Hypothese nicht einerley Meynung seyn. Denn die Beobachtung, dass Wasserstoff in den Kohlen enthalten sey, scheint nichts zu beweisen, weil der grösste Theil derselben durchs Feuer herausgetrieben werden kann, worauf auch nicht eine Spur von Säure in der zurückbleibenden Kohle zum Vorschein kommt. Durch Verbrennen der Kohle in Lebensluft, erhält man Luftsäure und Wasser; da man aber allgemein darüber eins ist, dass das Wasser allein aus der angezündeten reinen brennbaren Luft oder dem Wasserstoffgas entsteht, so ist es

*) S. chem. Ann. I. 1796. B. I. S. 293. ff.

klar, dass die Luftsäure aus dem andern verbrennlichen Theile der Kohle erzeugt werde. Ueberdies aber lehrt noch die Erfahrung, dass die Lebensluft durch das volle Gewicht beyder Theile der Kohle vermehrt werde, und man kann daher schliessen, dass nichts wägbares aus der Kohle völlig verloren gehe oder zerstreuet werde; daher kann man kaum begreifen, durch was für eine Substanz die Luftsäure nach der angegebenen Hypothese gebunden seyn könnte.

Ferner muss ich erinnern, dass die specifische Leichtigkeit der inflammablen Luft, deren Herr Hofrath Gmelin erwähnt, gar nicht in Ausschlag kommen könne, weil diese Substanz in der festen Kohle so verdichtet ist, dass sie an specifischem Gewichte nicht nur die inflammable Luft, sondern auch alle andere Luftarten weit übertrifft.

Weiter bemerkt Herr Hofrath Gmelin, um seine Theorie zu bestätigen, dass die Luftsäure nicht immer, wenn sie sich unsern Sinnen darstellt, aus ihren Bestandtheilen zusammengesetzt werde, und dass es weder des Kohlen- noch Sauerstoffs bedürfe, um sie aus Erden oder alkalischen Salzen darzustellen.

Dies sind zwar jedermann bekannte und unbezweifelte Phänomene; was aber hieraus für die eine oder die andre Theorie gezogen werden könne, sehe ich, wie ich frey gestehen muss, nicht ein. Denn es wird heut zu Tage kaum noch jemand geben, der glauben könne, dass aus den angeführten Körpern ein neues Gas gebildet werde; hingegen ist es jedermann bekannt, dass sie, die vorher in ihnen versteckt lag, ohne Ab- oder Zunahme am Gewicht sowohl auf analytischem als synthetischem Wege getrennt werden können. Hernach führt der berühmte Mann an, es sey aus den Phänomenen bey der Gährung noch nicht hinreichend die Zusammensetzung der Kohlensäure bewiesen, weil nie reine Kohle, die man bey mittlerer Wärme (wobey doch die Gährungsoperation vor sich geht), der Lebensluft aussetzt, in Luftsäure verwandelt wird. Ob nun gleich die Antiphlogistiker aus den Phänomenen bey der Gährung keinen vollständigen Beweis haben entlehnen können, weil diese nemlich zu verwickelt und noch nicht in das gehörige Licht gestellt sind, so scheint es doch zur Bestätigung der Theorie hinreichend zu seyn, wenn die Zusammensetzung der Kohlensäure durch evidente Phänomene bey der Verbrennung wahrscheinlich und den Phänomenen der Gährung nicht widerstreitend erscheint.

Es ist bekannt, dass Gährungen in keinen andern Körpern entstehen, als die sowohl Kohlenstoff, als Lebensluftbasis enthalten, die schon vorher auf mancherley Weise theils mit sich selbst, theils mit andern Körpern verbunden sind. Es wird demnach nicht schwer zu begreifen seyn, dass diese beyden mit einander verbundenen Körper die andern verlassen und die Form der Luftsäure annehmen können, wenn gleich die Zusammensetzung dieser Säure aus Kohlenstoff und Lebensluft, die einzeln mit einander verbunden werden, nicht gelingt. Doch fehlt es auch nicht gänzlich an Beyspielen, die zeigen, dass auch auf einem kurzen Wege Luftsäure aus ihren Bestandtheilen zusammengesetzt werden kann. Es hat nemlich Hr. v. Humboldt vor Kurzem gezeigt, dass aus Holzstücken diese Säure sich in feuchter Luft entwickele. Weil aber alle gährende Körper beyde Bestandtheile der Luftsäure enthalten, und auch selbst der Phlogistiker nicht leugnen wird, dass Gährungen ohne Zutritt der atmosphärischen oder Lebensluft geschehen können, so glauben wir daher, dass der deshalb von dem Herrn Hofrath Gmelin aufgestellte Zweifel gehoben sey. Deswegen räumen wir denn auch Ihm gern ein, dass die atmosphärische Luft, die von den gährenden Körpern eingeschluckt

wird, wenig oder nichts zur Bildung der Luftsäure beytrage, die zu gleicher Zeit aus denselben ausgetrieben zu werden scheint, weil die Basis der atmosphärischen Luft in die zusammengesetzten Theile der organischen Körper eindringt, mit denen sie vegetabilische Säuren und andere, von der Luftsäure verschiedene, Körper hervorbringt.

Ob ferner gleich bekannt genug ist, dass eine grosse Menge Sauerstoff, bey der Respiration der Thiere durch die Lungen, ins Blut gehe, und dass wieder eine so grosse Menge Luftsäure auf mehrern Wegen aus dem thierischen Körper geschieden werde, dass man kaum zweifeln kann, dass diese Säure durch die thierischen Funktionen aus dem Kohlenstoffe des Bluts und dem Sauerstoffe der Luft gebildet werde; wenn aber auch der lebende thierische Körper zugleich von aussen her Luft einschluckte, ja wenn es auch bewiesen werden könnte, dass schon alle in den Nahrungsmitteln zubereitet gelegen habe, so werden auch diese Phänomene nicht gegen Lavoisier's Theorie streiten, da er selbst gar nicht behauptet hat, dass die Kohlensäure dann immer erst gebildet werde, wenn sie sich unsern Sinnen darstellt, und auch nicht geleugnet hat, dass auch andere Körper durch die thierischen Operationen aus dem Sauerstoffe hervorgebracht werden.

Wir gestehen, dass der Beweis für die Zusammensetzung der Kohlensäure so lange unvollkommen bleibt, bis auch durch analytische Experimente gezeigt ist, dass ihr der Sauerstoff entrissen werden könne, und dass dann der Kohlenstoff allein zurückbleibe. Aus mehrern Beobachtungen ist es indessen sehr wahrscheinlich, dass die vegetabilischen Körper ihren Sauerstoff grösstentheils aus der Zersetzung der Luftsäure erhalten; doch sind diese Phänomene nicht bis zur Evidenz erwiesen, dass man sichere Schlüsse daraus ziehen könnte. Auch können wir nicht behaupten, dass die Wahrheit vollkommen durch die Versuche erwiesen sey, nach denen durch Phosphor und andere verbrennliche Körper die Kohlensäure zersetzt und der Kohlenstoff rein dargestellt seyn soll. Wir geben demnach dem berühmten Gmelin gern zu, dass auf diesem Wege diese andre Natur der Luftsäure noch nicht hinlänglich bewiesen sey. Doch widersprechen wir der Meynung, dass dadurch die Wahrscheinlichkeit der Stahl'schen Theorie vermehrt sey, und können noch viel weniger zugeben, dass auch durch diese Theorie die eben angeführten Phänomene erklärt werden könnten, durch welche Kohle zum Vorschein zu kommen scheint; wenn nemlich nach der Meynung des berühmten Gmelin die Kohle aus der Luftsäure und dem Phlogiston des Phosphors wirklich zusammengesetzt werden, und sie von den erdigten und salzigten Theilen, die bey den Experimenten angewandt werden, ihre Dichtigkeit erhalten könne, und die Eigenschaften der Luftsäure in den Kohlen eben so verborgen wären, wie die Säuren in den Neutralsalzen und in den durch Oele oder andere inflammable Körper versüssten Säuren.

Dieser Erklärungsart werden gewiss immer die Experimente widersprechen, durch die die Gewichte der Körper vor und nach der veranstalteten Veränderung bestimmt waren. Da wir hiervon schon oben gehandelt haben, so sey es hinlänglich, hier nur noch anzumerken, dass bey den versüssten Säuren die verborgene Säure den bey weitem kleinsten Theil ausmache, da im Gegentheil die mit den Kohlen hervorgebrachte Säure die Kohlen weit am Gewicht übertrifft, ob in ihr gleich nichts Heterogenes, was irgend das Gewicht vermehren könnte, getunden ist.

Nach allen diesen Erwägungen fürchte ich nicht, auf die Frage des berühmten Gmelin

zu antworten, dass es, wenigstens unsrer Einsicht nach, wenig oder vielmehr gar nicht wahrscheinlich sey, dass die Luftsäure gebildet in den reinen Kohlen enthalten sey, obgleich der Beweis für die Zusammensetzung derselben nicht mit geometrischer Gewissheit, die in der Physik aber selten statt findet, geführt werden kann.

Die von Landriani, Scheele und Andern gemachten Experimente, aus denen der berühmte Gmelin schliesst, dass inflammable Luft sowohl in der Luftsäure als in den Kohlen allezeit enthalten sey, können gar nicht beweisen, dass nur durch beygemischten Wasserstoff die Kohlen von der Luftsäure verschieden sind. Dass aber die inflammable Luft, die Landriani durch elektrische Funken aus der Luftsäure erhalten hatte, aus dem in dieser Säure aufgelösten Wasser entstanden sey, ist uns um so wahrscheinlicher, da Priestley mit so grosser Gewissheit entdeckt hat, dass auch die trockenste Luftsäure eine grosse Menge Wasser mit sich verbunden enthalte. Aus angestellten Untersuchungen ergiebt sich aber, dass der siebente Theil Wasser, zu einem Theile Luftsäure gemischt, hinreichend sey, die inflammable Luft, die der berühmte Gmelin anführt, hervorzubringen. Aus 35 Theilen Luftsäure nemlich wurden 14 Theile inflammable Luft dem Volumen nach erhalten. Weil aber die specifischen Gewichte der Luftsäure und der inflammablen Luft in einem Verhältnisse von 690 zu beynahe 35 zu einander stehen, so werden sich ihre absoluten Quantitäten verhalten, wie $35 \cdot 690$ zu $14 \cdot 35$ oder wie 100 zu 2,03. Wenn also 15 Theile Wasserstoff in 100 Theilen Wasser enthalten sind, so ist es offenbar, dass 2,03 Theile inflammable Luft aus der Zersetzung von 13,5 Theilen Wasser enthalten werden können, und dass deswegen das Verhältniss des Wassers zur Kohlensäure in dem angegebenen Experimente wie $13{,}5 : 100 = 1 : 7{,}4$ gewesen sey.

Auch kann das Scheel'sche Experiment keine grössere Schwierigkeit machen, nach dem aus Kohlenpulver und kaustischem Kali oder aus reinem Kalke durch Feuer inflammable Luft entbunden ward, und zugleich die alkalischen Körper Luftsäure zu erhalten schienen, weil, was auch selbst Lavoisier angiebt, sowohl Kohlenpulver als Alkalien kaum, ja fast nie, von allem Wasser befreyet, erhalten werden können; dass aber das Wasser durch die verbrannten Kohlen zersetzt und so Wasserstoffgas erhalten wird, ist allgemein bekannt.

XX.

Animadversiones Celeberrimi Gmelin in theoriam Lavoisierianam de natura Acidi Sulphurici examinans*).

Antiquitus quidem jam observatum fuit, acidos esse vapores sulphuris ardentis, immo partem illorum ita coerceri posse, ut sub forma liquida acidi sulphurici compareat. Cum vero sic ex majore sulphuris copia non nisi exiguam quantitatem acidi obtinerent Chemici, non dubitaverunt, quin acidum hoc esset pars ipsius sulphuris, quae per ignis demum vim liberata sensibus se offerret. Ut veram ejus quantitatem invenirent, sulphur cum sale alcalino fixo, quo acidum, quam primum e sulphure evolveretur, ligari iterum posset, mixtum lentissimo igne nonnulli comburendum curaverunt, atque observaverunt, longe quidem majorem acidi portionem, nondum tamen pondere sulphuri parem hac via manifestam fuisse. Hunc ponderis defectum post Stahlium posuerunt venire ex principio inflammabili sive phlogisto sub operatione fugato, quod alii centesimam, alii plures centesimas totius sulphuris partes efficere ex suis experimentis judicaverunt. Confirmaverunt theoriam phaenomena diversorum acidorum, quae per corpora inflammabilia mitigari et interdum plane occultari videbantur, et speciatim quidem phaenomenon sulphuris producti et acido sulphurico cum variis corporibus inflammabilibus tractato.

Cum autem recentiores ex sulphure, debita cura usto, plus obtinerent acidi quam pondere effecerat sulphur, atque ex Lavoisieri inprimis experimentis innotesceret, sulphur non converti in acidum, nisi aërem vitalem absorberet, visum est, in sulphure puro nihil inesse acidi, sed acidum sulphuricum nasci et sulphuris conjunctione cum oxygenio sive aëris vitalis basi.

Quemadmodum vero theoria Lavoisieriana de natura corporum combustorum non omnibus sufficienter demonstrata videbatur, sic etiam contra novam doctrinam de acidi sulphurici ortu variae factae sunt objectiones, inter quas praecipuam Chemicorum attentionem

---

*) Dissertatio chemica Animadversiones Celeberrimi Gmelin in theoriam Lavoisierianam de natura acidi sulphurici examinans. Aboae 1802.

exposcunt argumenta ab Illustri atque Celeberrimo Gmelin allata. Haec itaque, venia B. L., pro tenuitate virium nostrarum examinare conabimur.

Cuivis apparet, tantam esse similitudinem inter plurima phaenomena ustionis sulphuris atque phosphori, ut non possint non ex pari caussa utraque dependere. Propterea cum in animadversionibus suis de acido phosphorico theoriam Lavoisieri sollicite perscrutatus sit Celeb. Gmelin, jam nonnisi breviter agit de phaenomenis analogis naturam acidi sulphurici spectantibus. Commemorat nempe augeri sulphuris pondus per absorptum aërem vitalem, ubi per combustionem in acidum sulphuricum convertitur, non tamen ita omnem aërem vitalem ex atmosphaerico sejungi posse, sed cessare ustionem sulphuris cum octava aut decima parte diminutus sit aër; neque negat, per nonnulla quoque alia corpora, aëris vitalis basin foventia, converti sulphur in acidum sulphuricum aut sulphurosum a).

---

a) v. Crell *Chemische Annalen* 1796. 1. B. pag. 511—514. Die vierte Säure, von welcher man glaubt, es sey bis zur Evidenz erwiesen, dass sie Lebensluft als Bestandtheil in sich habe, ist die Schwefelsäure, oder, wie sie sonst gewöhnlicher genannt wurde, die Vitriolsäure.

Die Beweise sowohl, worauf sich diese Meinung stützt, als die Zweifelgründe dagegen, sind beynahe dieselben, wie bey der Phosphorsäure. Bey einigen Versuchen scheint sich die Säure, aus ihren Bestandtheilen, Schwefel und der Grundlage der Lebensluft, zu bilden, bey andern in diese zersetzt zu werden.

Auch der Schwefel stellt nur unter den Umständen, unter welchen sie sich bey dem Phosphor zeigt, Säure dar; sie bleibt nemlich zurück, wenn er brennt, und zwar zu gleicher Zeit, da die darüberstehende gemeine oder Lebensluft im Anfange beträchtlich abnimmt, mit Zuwachs an Gewicht; diesen Zuwachs wagte Lavoisier nicht, durch seine Versuche genau zu bestimmen; der H. Geh. R. Girtanner giebt ihn so an, dass acht Theile brennenden Schwefels achtzehn Theile aus der Luft anziehen, also 26 Theile Schwefelsäure aus 18 Theilen von der Grundlage der Lebensluft, und 8 Theilen Schwefel bestehen; Hr Bertiiollet sucht durch mehr verwickelte Versuche zu zeigen, dass 89 Grane Schwefel 124 Säure, H. Oberk. Wiegleb, dass ein halbes Loth Schwefel drey Grane über ein Loth Schwefelsäure giebt.

Wenn gleich Lavoisier wahrgenommen hat, dass auch hier die Luft, worinn der Schwefel brennt, dem Umfange und Gewichte nach in eben dem Verhältniss abnimmt, in welchem die zurückbleibende Säure an Gewicht zunimmt, so gesteht er doch, dass die gemeine Luft durch brennenden Schwefel nie aller Lebensluft beraubt werden könne, sondern dass die Flamme verlösche, und, so wie diese verlöscht, die Bildung der Säure aufhöre, wenn der achte oder zehnte Theil, der in der gemeinen befindlichen Lebensluft verzehrt ist. So versichert Scheele, der Schwefel werde auch zu Schwefelsäure, wenn man ihn mit rauchendem Salpetergeist in die Wärme setze, und die flüchtigern Theilchen der Mischung zerstreue, Chaptal und Bertiiollet, wenn man Salpetersäure über Schwefel abziehe, obgleich dieser Versuch Hrn. Hofr. Hildebrandt nicht gelingen wollte, indem nemlich der Schwefel die Grundlage der Lebensluft, aus der Salpetersäure, welche voll davon ist, in sich zog, so wie der Schwefel auch, wenn man ihn mit Braunstein, der so reich an Lebensluft ist, in das Feuer bringt, zwar nicht die vollkommene, aber doch die sogenannte flüchtige Schwefelsäure darstellt, was inzwischen mit andern Metalkalken, welche diese Luft auch in sich haben, nicht gelingt; oder, wenn man ihn mit Salpeter verpuffen lässt, ein aus der laugenhaften Grundlage von diesem und Schwefelsäure bestehendes so genanntes Glaserisches Polychrestsalz zurücklässt. So nimmt auch der Luftzünder, [der dadurch vornemlich, dass er sich, so wie er mit gemeiner oder Lebensluft in Berührung kommt, von selbst entzündet, vom Schwefel abweicht] indem er brennt, und dem Luftkreise fast allen seinen Antheil an Lebensluft entreisst, eine saure Beschaffenheit an, und wird wieder zu einer Art Alaun, so giebt eine Mischung von Schwefel und Eisenfeile, wenn man sie mit Wasser zu einem steifen Teig angerührt hat, nachdem sie sich erhitzt und geglüht hat, Eisenvitriol; so Schwefelleber, sie mag mit feuerfestem Laugensalze oder mit Kalk bereitet seyn, wenn man sie in offenem Feuer lange genug röstet, so genannten vitrio-

Monet vero, acidum sulphuricum aliquando etiam absque omni oxygenio e sulphure productum fuisse, admixto nempe cupro et adhibito sufficiente ignis gradu, indeque concludit cum esse usum aëris vitalis in sulphure comburendo, ut citius attrahatur caloricum necessarium ad phlogiston fugandum; maximam vero partem adaucti ponderis tribuendam esse aquae, quam sub ustione ex aëre hauriat sulphur, simulac aliam sibi adnatam longe leviorem substantiam emittat b).

Chemici Amstelodamenses 40 grana cupri limati, 15 granis sulphuris admixta in tubum vitreum immiserunt atque excluso per hydrargyrum aëre atmosphaerico super ignem calefecerunt. Quo facto, cum datum gradum attigerit calor, observaverunt massam mixtam subito accensam fuisse atque fluidum elasticum ex eadem simul ortum $1\,^1/_2$ pollicis altitudinem in tubo occupavisse. Ex hoc fluido aqua admissa $^2/_3$ partes suscepit, et gustui acidum sulphuris prodidit. Reliqua fluidi pars cum gas hepatico convenire videbatur. Hoc phaenomenon, quod explicare non ausi sunt laudati Chemici, alii ortum esse putaverunt ex paululo humore, quo neque sulphur neque hydrargyrum plene liberari possint, alii ex oxygenio, quo numquam non inquinatum sit sulphur. Utcunque vero haec sint, cum plurima metalla sulphuri addita et calefacta flammam excitent, quamvis omnis absit aër vitalis, ad fidem pronum est, liberas evadere partes quasdam igneas sulphuris, ubi hoc metallo adunatur; quia vero nulla acidi patefacti vestigia, praeterquam in experimento memorato, observata sunt, dubitare vix licet, quin illa quoque ortum suum debuerint oxygenio, aut in sulphure aut in cupro, occultato. De cetero nihil certi concludi potest ex experimento, ubi nonnisi valde exigua pars sulphuris mutata fuerit. Itaque cum alibi semper neque comburi neque acidum fieri potuerit sulphur, nisi aëris vitalis basin secum junxerit, negare vix convenit, quin oxygenium sit pars acidi nostri essentialis. Hoc tamen non obstat, quominus etiam aqua ad acidum producendum

---

lischen Weinstein, Glaubersalz oder Gips; so flüssige Schwefelleber, sie mag nun mit Kalkwasser oder Aetzlauge bereitet seyn, wenn sie eine Zeitlang an der Luft gestanden, und aus dieser die Lebensluft ausgezogen hat, Gips und vitriolischen Weinstein. Aus diesen Versuchen schliesst also Lavoisier und seine Nachfolger, Schwefelsäure sey nichts anders, als Schwefel mit der Grundlage der Lebensluft gebunden.

b) l. c. p. 514. Allein nicht zu erwähnen, dass der Schwefel auch ohne alle gemeine oder Lebensluft, wenn er mit $^8/_{11}$ Kupferfeile vermischt, und von allen Seiten mit Quecksilber umschlossen bis zu einer gewissen Stufe erhitzt wird, Säure darstellt, dass er sie überhaupt erst in der Hitze, bey welcher er brennt, darstellt, wenn er den Stoff, den er mit andern verbrennlichen Körpern gemein hat, abgegeben hat, dass er aber diese Stufe von Hitze eher annimmt, wenn er mit gemeiner oder Lebensluft in ungehinderter Gemeinschaft ist, oder diese aus einem andern Körper, z. B. Braunstein, einschlucken kann, weit schwerer, wenn zu gleichen Zwecke Salpetersäure gebraucht wird; nicht zu erwähnen, dass der grösste Theil des vermehrten Gewichts auf die Rechnung der wässrigten Feuchtigkeit kommt, welche der Schwefel, wenn er brennt, so wie der Luftzünder, aus dem Luftkreise anzieht, so finden hier eben die Gründe für die Meinung statt, dass die Säure schon in unzersetzten Schwefel stecke, aber in einem andern Stoff eingehüllt sey, die ich bey Gelegenheit der Phosphorsäure aufgeführt habe, und es kann ihr hier so wenig als dort der Mangel an Kennzeichen der Säure im Schwefel, oder das vermehrte Gewicht dessen, was nach dem Abbrennen zurückbleibt, im Wege stehen: denn ob ich gleich nicht mit Hrn. Oberk. Wiegleb dem Brennstoff ein negatives Gewicht zuzuschreiben geneigt bin, so wird es doch, wie schon zuvor erwähnt ist, wenn man annimmt, er habe, wie z. B. das entzündbare Gas, ein viel geringeres, als die Lebensluft, nicht schwer zu erklären seyn, warum der Schwefel, wenn er gleich dabey etwas verloren hat, nach dem Brennen einen Zuwachs an Gewicht zeigt.

necessaria sit, ejusque pondus augeat. Reliquae assertiones cum iis congruunt, quas contra theoriam Lavoisierianam de natura acidi phosphorici adduxerat Celeb. Gmelin, quamobrem de his valent, quae in dissertatione *de acido phosphorico* nuper edita responsa sunt.

Supervacaneum quoque ducimus iterare responsa ad observationem Cel. Gmelin, quod possit pars inflammabilis, per inflammationem fugata, aut in aëre residuo latere, aut cum ipsa flamma per poros vasorum abiisse c).

Similiter neque morabimur in consideranda objectione, quod parum probabile sit, sulphur inflammabilitatem suam eam ob caussam perdere, quod basin sibi adjungat aëris vitalis, ejus scilicet, qui omnia corpora combustibilia inflammare valet; atque quod vix intelligi possit, quomodo sulphur per ustionem minus volatile evadat, nisi subtilis materia, in qua caussa volatilitatis posita sit, profligetur d).

Neque longi erimus in considerandis experimentis, quibus sulphureta in sulphates transformata sunt, licet sulphur eorum ex aëre nullum absorbserit oxygenium e). Sufficiunt namque eatenus magis implicita phaenomena ad confirmandam theoriam ex planis atque perspicuis phaenomenis deductam, quatenus ex eadem facile explicari possint. Sic sulphureta ex aqua sibi admixta oxygenium depromere statuuntur.

Cum vero non concedat Celeb. Gmelin aquam ex oxygenio et hydrogenio constitui, attentius examinare juvabit phaenomenon producti acidi sulphurici atque aëris inflammabilis ex instillatis sulphuri calefacto aquae guttis f).

---

c) l. c. p. 516. Man wird vielleicht auch hier einwenden, es finde sich von dem Stoff, in welchen die Schwefelsäure eingehüllt seyn soll, weder in dem, was nach dem Verbrennen zurückbleibt, noch in der Luft, worin es vorgieng, eine Spur; ich möchte nicht darauf antworten, dass nach dem Verbrennen des Schwefels in gemeiner Luft, nie das blosse reine Stickgas derselben übrig bleibt, so wenig als das, was nach dem Verbrennen des Schwefels in Lebensluft von Luft übrig bleibt, blosse Lebensluft ist, dass also jener Stoff in beiden Rückständen sich finden könnte; er kann auch in Gestalt von Flamme eben so wohl als der feine Licht- und Wärmestoff durch die Löcherchen der Gefässe, die ihn einschliessen sollten, davon gehen.

d) l. c. Es befremdet ferner, wie ich schon in der Geschichte der Phosphorsäure erwähnt habe, dass der Schwefel, ein so leicht entzündbarer Körper, durch die Gesellschaft eines andern, welcher die Qvelle alles Lichts und aller Wärme seyn soll, alle seine Entzündbarkeit verlieren, und davon selbst im heftigsten Feuer, worin er in Dämpfen aufsteigt, also so vielen Wärmestoff eingeschluckt hat, als zur Wiederherstellung der luftähnlichen Gestalt nöthig ist, keinen Schatten davon zeigt; es ist schwer zu erklären, wie sich der Schwefel, (der sonst bey einer Hitze, die nicht viel stärker ist, als diejenige des kochenden Wassers, als Dampf aufsteigt), wenn er mit Lebensluft gänzlich gesättigt wird, so verändert, dass er nun darzu einer Hitze von 600° bedarf; und es ist eher zu vermuthen, diese Veränderung beruhe nicht blos darauf, dass der Schwefel Lebensluft angezogen hat, sondern eben sowohl darauf, dass er einen Stoff verlor, auf welchen sich jene Eigenschaften gründeten.

e) l. c. p. 517. Auch was jene verwickelte Versuche betrifft, in welchen mancherley Arten so genannter Schwefelleber, zu vitriolischen oder schwefelsauren Mittelsalzen werden, so lässt sich, wenn gleich Lavoisier auch hier zuweilen eine Zunahme an Gewicht wahrgenommen hat, nicht erweisen, dass jene Umwandlung blos darauf beruhe, dass der Schwefel aus der Luft, in welcher sie vorgeht, die Grundlage der Lebensluft einschluckt, und an keinen Verlust eines Grundstoffs, der zuvor im Schwefel steckte zu gedenken sey.

f) l. c. Noch erwähnt Hr. Guyton de Morveau eines Versuchs, welcher diese Zusammensetzung der Säure zu erweisen dienen soll; er erhielt nemlich, wenn er Wasser in Tropfen auf geschmolzenen

Per evidentissima experimenta demonstratum est, gas hydrogenium cum aëre vitali in data proportione commixtum et accensum producere aquam puram, pondere aëris speciebus simul sumtis aequalem. Docet quoque experientia, aquam saepius ita transformatam fuisse, ut ex una parte gas hydrogenium exhiberet, ex altera aut aërem vitalem liberum praeberet, aut corpora inflammabilia sibi contigua combureret atque eodem omnino modo mutaret, ac si haec per ignem usta oxygenium aëris sibi adjunxissent. Qui itaque adhuc negat, aquam ex hydrogenio et oxygenio compositam esse, concedat oportet, omnem ponderabilem partem utriusque aëris speciei meram esse aquam, praeterea vero in aëre tam vitali quam inflammabili latere substantias subtilissimas pondere destitutas, quae secum invicem conjunctae aquam deserant, formam ignis acquirant, et per poros quorumcunque vasorum liberrime transeant. Sic incidunt in theoriam laudatissimi Scheele, qui aquam pro simplici substantia habebat, ignem autem compositum esse judicavit ex phlogisto et principio quodam subtilissimo acidorum. Ostendere autem conabimur, conclusionem de formatione acidorum ex hac theoria deductam, re vera parum differre ab ea quam offert theoria Lavoisieriana.

Ponamus gas hydrogenium sive aërem inflammabilem esse aequalem aquae $+ P$, et aërem vitalem = aquae $+ C$; significantibus P et C substantias non ponderabiles, quae conjunctae ad modum ignis omnia penetrare valeant corpora, quae vero iterum e fluido igneo ubique praesente ita extricentur, ut quamprimum aquae pars, adjuncta sibi substantia P formam aëris inflammabilis induat, simul altera aquae pars per C, residuam scilicet ignis partem, in aërem vitalem convertatur. Et facta applicatione ad experimentum a Celeb. Gmelin memoratum, videmus, aquam $+ P$ in aëre inflammabili producto sensibus patefactam fuisse, indeque concludimus, alteram aquae partem substantiam C sibi adjunxisse, atque oxygenio sic producto auctum fuisse pondus sulphuris, sub forma acidi jam comparentis. Patet itaque, quocunque modo concipiamus fieri transmutationem aquae in aëris species, aut harum in aquam, confirmatam semper esse theoriam de compositione acidi sulphurici ex sulphure et oxygenio.

Perhibet porro Cel. Gmelin analytica experimenta, quibus aër vitalis per ignis vim e sulphatibus obtentus est, aut sulphur ex acido sulphurico cum corporibus inflammabilibus tractato reductum fuit, quamvis indicare videantur, quod aër vitalis in acido sulphurico vulgari lateat, nequaquam tamen sufficienter probare, quod hic aër ad sulphuricum acidum constituendum absolute necessarius sit, sive quod nihil acidi in sulphure puro lateat g).

Schwefel fallen liefs, entzündbares Gas, und fand nun in dem zurückgebliebenen Schwefel freye Säure; beydes erklärte er sich aus der Zersetzung des Wassers, und die Bildung der Säure aus der Verbindung seiner Lebensluft mit Schwefel. Da inzwischen diese Zusammensetzung des Wassers noch nicht zur Evidenz erwiesen ist, so erhellt daraus, wie weit dieser Versuch diese Erklärung zulasse, und der Vermuthung im Wege stehe, es könnte ein Theil des Schwefels schon vor dem Eintropfen des Wassers zu Säure geworden seyn.

g) l. c. p. 518. Man führt aber nicht blos synthetische, sondern auch analytiche Beweise zur Begründung der Meinung an, die Schwefelsäure bestehe aus dem ganzen Schwefel und der Grundlage der Lebensluft.

So erhielt Lavoisier aus dem metallischen Salze, welches Quecksilber mit Vitriolsäure erzeugt, bey heftiger Hitze in verschlossenen Gefässen ausser Quecksilber und einer grossen Menge sauren Schwefelgas viele Lebensluft, welche doch nur von dieser Säure kommen konnte; Hr. Ritt. Landriani aus gelbem Praecipitat, Hr. Volta und Priestley aus Alaun, der letztere auch aus grünem, weissem und blauem

Sed quia omne acidum sulphuricum, quod examinare potuerunt Chemici, numquam non fovet aëris vitalis basin, aeque certum erit, oxygenium esse partem hujus acidi essentialem, ac illa veritas a nemine dubitata, quod acidum nitricum sit pars ad nitrum constituendum necessaria. Propterea pro mere commentitia habendam esse censemus substantiam acidam puriorem, quam in sulphure latere ponit Celeb. Gmelin, quam vero nemo adhuc neque vidit, neque examinare potuit. Ulterius monet Celeb. Gmelin perspicuum non esse, unde venerit sulphur, quod per corpora inflammabilia cum acido sulphurico tractata obtinetur; quamvis enim aqua ex acido sulphurico et aëre inflammabili, atque acidum carbonicum ex acido sulphurico et carbone simul cum sulphure prodeant, nondum tamen patere, ad haec corpora producenda oxygenium quid contulisse; fieri enim possit, ut omnis haec aqua jam antea in aëre inflammabili, et acidum carbonicum in carbonio latuerit h).

Vitriol, so wie aus mehreren Metallkalken, welche er mit Vitriolsäure benetzt hatte, bey heftiger Hitze Lebensluft.

Auch zersetzt sich diese Vitriolsäure in ihre Bestandtheile, wenn sie mit beynahe irgend einem entzündbaren Körper versetzt in eine etwas stärkere Hitze gebracht wird; indem sich nemlich ihre Lebensluft mit dem Kohlenstoff oder entzündbarem Gas vereinigt, zeigt sich der andre Bestandtheil nun davon entblöst, nemlich der Schwefel. Bringt man ungebundene oder mit Pottasche gesättigte Vitriolsäure, so dass sie von allen Seiten von entzündbarem Gas umgeben ist, in den Brennpunkt einer Glaslinse, so wird sie zu Schwefel oder Schwefelleber. Bringt man Vitriolsäure, die ihrer Feuchtigkeit, so wiel möglich, beraubt ist mit Kohlenstaub, Mohnsaft, getrocknetem Blute oder andern thierischen oder Gewächsstoffen, die zu Kohle gebrannt werden können, in verschlossenen Gefässen in starke Hitze, so erhält man Schwefel; so gar aus ihrer Verbindung mit Oehlen und Weingeist, wie denn Hr. Hofr. Hildebrandt selbst aus der Vitriolnaphta Schwefel erlangt hat; brennt man Kohlenstaub, Koth von verschiedenen Thieren, Honig, Zucker, Mehl, Russ, Bernstein und andre verbrennliche Stoffe mit Alaun, Vitriol, Glaubersalz, oder so genanntem vitriolischem Weinstein, so entsteht mit dem Luftzünder zugleich Schwefel, und nimmt man zu diesen Versuchen solchen vitriolischen Weinstein, Glaubersalz, Gips, Schwerspath oder Bittersalz, bald diese, bald jene Art Schwefelleber. Bringt man reinere Schwefelsäure mit Metallen, vornemlich Zinn oder Eisen, in stärkere Hitze, so steigt Schwefel auf, auch in vielen der erwähnten und ähnlichen Versuchen sogenannter flüchtiger Schwefelgeist oder saures Schwefelgas, welche beyde, man mag sie nun für eine unvollkommene Schwefelsäure halten, welcher noch ein zu ihrer völligen Sättigung nöthige Theil der Lebensluft fehlt, oder, da sie unter verschiednen Umständen ihren Schwefel fallen lassen, für Schwefelsäure, welche noch Schwefel in sich aufgelöst hat, eine Zersetzung derselben in Schwefel und Lebensluft anzuzeigen, scheinen; sogar hat neuerlich H. D. Scherer bemerkt, dass ganz reine und farbenfreye Vitriolsäure im Sonnenlichte Lebensluft mit saurem Schwefelgas vermischt von sich giebt.

Die erzählten Versuche zeigen allerdings, dass in der gemeinen Vitriolsäure, sie mag aus Schwefel oder Alaun, oder einer andern Art von Vitriol genommen seyn, Lebensluft stecke, und, wenn sie, mit andern Körpern versetzt, in heftigere Hitze kommt, daraus getrieben werde, aber nicht, dass die Lebensluft zur Bildung dieser Säure durchaus nothwendig sey, dass der Schwefel nichts von der Säure enthalte, sondern diese erst aus seiner Verbindung mit der Grundlage der Lebensluft entspringe.

h) l. c. p. 523. Auch lässt sich aus den angeführten Versuchen nicht geradezu schliessen, dass der Schwefel, welcher sich offenbart, wenn reine oder gebundene Vitriolsäure mit einem verbrennlichen Stoff im Glühefeuer zusammenkommt, aus ihr gleichsam gefällt werde.

Denn wenn ich auch zugeben wollte, dass sich, wenn zu diesen Versuchen entzündbares Gas kommt, immer nach Vollendung derselben Wasser zeigt, so müsste zuvor erwiesen werden, dass dieses nicht zuvor im entzündbaren Gas gesteckt habe, sondern erst aus dessen Verbindung mit der Lebensluft entsprungen sey; ob ich gleich nicht leugne, dass, wenn man sich einer passenden Geräthschaft bedient, bey der Behand-

Modo ostendimus eandem valere conclusionem de natura acidi sulphuris ex sulphure et aqua orti, sive admittatur LAVOISIERI theoria de aquae compositione sive non. Jam videbimus idem obtinere in explicatione phaenomeni sulphuris per aërem inflammabilem ex acido sulphurico obtenti. Ponatur enim, secundum SCHEELII theoriam, aër inflammabilis esse = aquae + P; patet hanc aquam latentem apparere non posse, nisi auferatur P per aliam subtilissimam substantiam C. Itaque cum aqua, concedente etiam Celeb. GMELIN, secerneretur ex aëre inflammabili, simulac sulphur e suo acido reduceretur, necesse est, quod ex acido sulphurico venerit substantia C. Perdidit itaque acidum sulphuricum, ubi in sulphur mutabatur, substantiam C cum vehiculo suo aqueo, h. e. oxygenium.

Quod ad naturam acidi carbonici attinet, cum de hoc alibi i) disquisitum sit, silentio jam praeterire nobis liceat.

Reliqua Celeb. GMELINI argumenta parum differunt ab iis, quae de natura acidi phosphorici contra LAVOISIERI doctrinam attulerat. Sic decrementum ponderis, quod sub reductione sua acquirit sulphur, inde explicari posse existimat, quod admodum levis materia ad acidum accedat et locum occupet alius longe ponderosioris, qua simul privetur acidum sulphuricum k). Sic judicat reductionem sulphuris e suo acido per additum corpus inflammabile et juvante igne, aequali probabilitate explicari posse ex hypothesi phlogisti corporibus inflammabilibus communis, ac ex hypothesi oxygenii l), pariter subtilem phlogisti materiam per luminis radios ad basin sulphuris interdum adferri videri m) atque ex theoria LAVOISIERI vix intelligi posse,

---

lung der Vitriolsäure oder der sie enthaltenden Salze mit Kohlenstaub oder andern sich leicht verkohlenden Stoffen in stärkerer Hitze Luftsäure zum Vorschein kommt, so könnte auch diese schon gebildet in diesen Körpern stecken, und nun erst ausgetrieben werden; auch ist es nicht unumstösslich erwiesen, dass wenigstens in diesen Beyspielen Lebensluft darzu nöthig ist.

i) *Diss. Chem. Animadversiones Cel.* GMELIN, *in Theoriam* LAVOISIERIANAM *de natura Acidi Carbonici examinans*, d. 22 Junii 1801.

k) l. c. p. 524. Auch mag es seyn, dass bey dieser Darstellung des Schwefels das Gewicht zuweilen abnimmt, woraus man schliesst, es sondere sich etwas ab, was zuvor mit dem Schwefel verbunden war, und es sey ungereimt zu behaupten, es trete etwas hinzu, allein darauf lässt sich leicht antworten, dass eines das andre nicht ausschliest, und die Schwefelsäure zu gleicher Zeit, da sie einen mit sich verbundenen Stoff fahren lässt, dessen Gewicht grösser war, einen andern anzieht, dessen Gewicht geringer ist.

l) l. c. Es ist wenigstens merkwürdig, dass diese angebliche Zersetzung der mehr oder minder vollkommenen Vitriolsäure nur dann geschieht, wenn sie bey einer bestimmten Hitze mit einem entzündbaren Stoff, oder einem Metall, dass noch seinen Glanz unversehrt hat, in Berührung kommt; dass eines von beyden nöthig ist, gestehen die meisten Freunde der entgegengesetzten Meinung, freylich, sagen sie, nicht deswegen, dass sie von dem ihrigen der Säure etwas abgeben, um Schwefel zu bilden, sondern dass sie vermöge der starken Anziehungskraft, welche sie auf die Lebensluft äussern, diese vom Schwefel losreissen; inzwischen habe ich oben schon gezeigt, dass eben diese Anziehungskraft, welche alle verbrennliche Körper und Metalle auf die Lebensluft, oder vielmehr ihre Grundlage äussern, wahrscheinlich auf einem ihnen allen gemeinschaftlichen Grundstoff beruhe; was ich darüber bey Gelegenheit der Phosphorsäure gesagt habe, gilt auch hier.

m) l. c. p. 525. Wenn auch die Erfahrung anderer bestätigen sollte, dass auch die Lichtstrahlen aus Vitriolsäure Lebensluft und saures Schwefelgas losmachen, so würde ich doch Bedenken tragen, daraus zu folgern, dass sie dadurch wirklich in ihre Bestandtheile zersetzt wird; denn die ausströmende Lebensluft beweist nichts, als dass die an der gemeinen Vitriolsäure hängende Lebensluft sich vermöge der Anziehungskraft des Lichtstoffs losmacht, und einen Theil des Lichts, selbst mit einem Theil der Säure verbunden,

cur ni semper sulphur liberum prodeat, quoties per acidum sulphuricum oxidentur et dissolvantur metalla n).

Itaque non est quod repetamus, quae de similibus observationibus in dissertatione acidi phosphorici naturam spectante exposita sunt. Censet vero tandem Cel. Gmelin, propius ad veritatem accessisse eos, qui sulphur ex substantia omnibus corporibus inflammabilibus communi, quam *phlogiston* alii, alii aliter nominaverunt, et ponderosiore materia sibi propria consistere putarunt, atque acidum sulphuris produci, ubi haec materia, *substratum* sulphuris interdum appellata, a phlogisto liberata aëris vitalis basin secum conjungit o).

Nobis quoque haec explicatio aeque, si non magis phaenomenis consona videtur, quam ipsa Lavoisieri theoria, quae sulphur pariter ac plura alia corpora inflammabilia pro simplicibus habet. Ideo quoque illa sese maxime commendat, quod ad conciliandas theorias Lavoisieri et Stahlii aptissima sit, utrique disceptantium parti concedens, quod loco veritatis fundamentalis posuerunt. Sic Stahlio assentientes inesse omnibus corporibus inflammabilibus partem imponderabilem, subtilissimam, quae ex uno in alterum transferri possit, et inflammabilitatis notam iisdem communicet, atque Lavoisiero, aëris vitalis basin iisdem corporibus, simulac per ustionem fugetur principium illud inflammabile, adjungi, media et tutissima forsan incedunt via.

Schwefel macht, der nun mit einem geringen Theil der noch unzersetzten Säure als Schwefelgas aufsteigt,

n) l. c. Wenn ferner alle, und vornemlich die vollkommene Schwefelsäure, aus Lebensluft und Schwefel besteht, wenn bey jeder Auflösung das Metall der Säure einen Theil seiner Lebensluft entreisst, wie Lavoisier behauptet, warum sondert sich bey jeder Auflösung eines Metalls in Vitriolsäure nicht der Schwefel ab, der sein Bindemittel, die Lebensluft, verloren hat?

o) l. c. Nach allem diesen scheinen mir diejenigen der Wahrheit näher zu kommen, welche mit Hrn. Berthollet, Hrn. Dr. Richter und Hrn. Oberk. Wiegleb sich vorstellen, der Schwefel bestehe aus Brennstoff, oder mit welchem gefälligern Namen man diesen Stoff bezeichnen will, und einem andern, den er mit der Vitriolsäure gemein hat, und welcher, wenn er durch Entzündung, oder auf eine andre Weise den erstern verloren hat, aus der Luft die Grundlage der Lebensluft, mit welcher er zu Säure wird, einsaugt, so wie Kalkerde, erst, wenn sie durch das Feuer ihrer Luftsäure und ihres Wassers beraubt, und loser geworden ist, aus dem Luftkreise, wieder Luftsäure und Feuchtigkeit einsaugt.

XXI.

De nomenclatura salium *).

§. I.

Difficillimum certe esset penitiorem acquirere cognitionem corporum naturalium numero infinitorum, nisi, per similitudines multifarie in illis observatas, animis infigerentur ideae cognationum magis minusve propinquarum, ad quarum normam systemata generum ac specierum, uno quasi obtuitu lustranda, ordinari potuerint. Hinc facilis quoque aperta fuit via doctrinam rerum cum aliis communicandi, cum vera corporum ratio ipsis eorum nominibus indigitetur; similitudinem affectionum significante communi nomine corporibus dato, varietatem vero diverso. Sic Chemici, quorum examini plura in dies subjiciebantur antea non cognita corpora, necessarium duxerunt scientiae suae objecta secundum methodos systematicas disponere ac nominare, recentiore maxime aevo in id nitentes, ut ex ipsis corporum denominationibus natura eorundem intelligeretur.

Inter corpora chemica maximam attentionem dudum poposcerunt sales, qui, qua naturam suam et ortum, minus reconditi quam cetera plurima esse videbantur, quorumque usus in aliis corporibus examinandis eximius fuit. Horum pauci antiquitus cogniti appellati sunt nominibus fortuito datis. Alii successu temporis detecti nominabantur vel ex inventore, vel ex quadam virtute vere aut falso ipsis attributa, vel ex quacunque affectione in sensus cadente. A diversis propterea auctoribus nuncupati fuerunt sales aliis aliisque nominibus non raro quam maxime barbaris atque absurdis, donec, magis culta scientia, eo tenderet unanimis Chemicorum consensus, ut ineptae denominationes rejicerentur, nec nisi illa admitterentur vocabula, quae principia salium proxima sive partes constitutivas respicerent.

Sed obstitit diversitas sententiarum de salibus rite ordinandis, ac de distributione eorum in genera, nec non de aptissima vocum formatione, quominus hucusque omnes de me-

---

*) Diss. chemica de nomenclatura salium. Aboae 1807.

thodo nomenclaturae inter se convenerint Chemici. Cum itaque haud parum conferat ad scientiae emolumentum, ut constans eademque apud omnes sit vocabulorum, quibus utuntur, significatio, specimen edituri Academicum praecipuas recentius traditas nomenclaturae salium methodos perscrutari conabimur, et de convenientissimo, quo haec niti debeat, fundamento disquirere.

§. II.

Cum neque ad antiquorum de salibus notionem, neque ad scientiam recentiore aevo cultam accommodata esse videretur vetustior definitio salium, secundum quam ad horum classem omnia ferebantur corpora sapore praedita et in aqua solubilia, hodierni Chemici per vocem salis nonnisi ea intelligenda esse voluerunt corpora, quae antehac *sales compositi* vocabantur, quod formari viderentur ex duabus substantiis diversis, altera acida, altera alcalina, vel alcali plus minus simulante. Illa, e societate salis sejuncta, sapore acido, acetum referente, cognoscebatur. Propter efficaciam ad plurima corpora rodenda ac solvenda, qua plures ejus species gaudebant, et propter formam plerumque liquidam, volatilitatem saepius observatam, atque pungentem, quem non raro spargebant odorem, *spirituum acidorum* nomine vulgo passim venerunt, antequam invalesceret mos eadem salium nomine compellandi.

In alcalino principio, quod sua natura solidum esse videbatur existimaverunt caussam concretae salium formae seu soliditatis sitam esse, quapropter corpora huc pertinentia etiamnum *bases salinae* nuncupantur. Inter has diversitas longe major quam inter acida sese obtulit. Aliae enim acri sapore praeditae facillime ab aqua suscipi videbantur, propterea ad sales ipsae quoque referebantur. Sales vero compositi, qui harum ope formati erant, dicebantur *proprii*, *salsi* vel *neutri*, quod per mutuam actionem se invicem ita domuerit utraque pars, ut neutrius virtutes in composito prostarent. Aliae magis a natura salium alienae esse comperiebantur, ex qua caussa sales, earum ope formati, *analogici* s. *medii* vocabantur. Hi insuper dividebantur in *terrestres*, quorum bases terrae essent, atque metallicos, qui originem ducerent a metallica parte acido nupta.

Haec salium partitio, quae primum naturae omnino consona esse videbatur, non diu mansit difficultatum expers. Prodiit namque in conspectum indagatorum, quod plures bases ab una parte inter se diversae, alio respectu tantam habeant similitudinem, ut inter ordines earum vix ac ne vix quidem fidi assignari possint limites. Sic major propinquitas inter terras nonnullas et alcalia, quam inter diversas terrae species obtinere cernebatur. Propterea neque certi characteres generales salium, ex differentibus basium ordinibus natorum potuerunt exhiberi.

De diversitate acidorum magis obscura fuit priscorum Chemicorum cognitio. Succedentes vero, cum accuratius rem explorarent, invenerunt eadem nequaquam adeo esse uniformia, quin ipsa quoque in diversos ordines apte distribuerentur. Inprimis animis obversabantur discrimina acidorum, quae a diversis naturae regnis ortum suum ducunt. Observarunt praeterea, criteria singulorum acidorum facili negotio in salibus esse reperienda, atque interdum per ignis vel aliorum corporum vim mutari naturam acidi in sale latentis, simulque novas proprietates acquirere salem, cum e contrario invariata semper esse videretur basis.

Quia igitur diversitates salium ex diversa acidorum natura potissimum dependere videbantur, non dubitarunt plurimi, quin ordines ac genera salium ex acidis, species vero ex basibus desumerent.

Dum hac de re fere inter se consentirent Chemici, intrinsecam corporum naturam considerantes, dissentionem moverunt alii, qui externum potissime corporum habitum perpenderunt, atque inde de ordinibus horum naturalibus dijudicare studuerunt. Oryctologi, qui corpora anorganica secundum notas characteristicas sensibus patentes distribuere conati sunt, observaverunt, sales plerosque in terrae gremio sitos non dubiam habere cum suis basibus similitudinem. Itaque existimaverunt illos optime ex basibus suis cognosci atque describi, proptereaque etiam ad harum ordines referendos esse.

§. III.

Ut ad partitiones conformarentur vocabula, quibus sales nuncuparentur, maxime iis necessum fuit, qui ipso nomine ideam de natura salis menti imprimere voluerunt. Sic pro variantibus de justa salium distributione sententiis variae natae sunt nomenclaturarum methodi, quarum, ne omnes percensendo in nimiam trahamur prolixitatem, praecipuas attingere satis habemus.

Illustris Torbernus Bergman ad formandam nomenclaturam salium methodicam intentus, primum ipso basis vocabulo significavit cujusque salis genus, eique pro specie salis determinanda, adjunxit epitheton ex nomine acidi desumtum. Sic pro denominatione, antea Chemicis usitata, *tartari vitriolati*, qua sal ex acido vitriolico, s. sulphurico, et alcali vegetabili productus appellabatur, substituit *alcali vegetabile vitriolatum*. Similiter nitrum vocavit *alcali vegetabile nitratum;* salem communem, *alcali minerale salitum*, salem ammoniacum, *alcali volatile salitum;* ceterosque omnes sales neutros appellandos esse censuit *alcalia* vegetabilia, mineralia vel volatilia, pro diversitate acidorum, *acidata*. Sales medios quoque terrestres *terras*, ut *calcem*, *magnesiam* etc. *vitriolatas*, *nitratas* etc. et sales metallicos *metalla*, ut *zincum*, *ferrum* etc., *vitriolata*, e. s. p. ad eandem normam nominavit.

Bergmanno hac in re Chemici fere omnes accesserunt et stabilitam ab illo nomenclaturam servaverunt, quamvis ipse sententiam suam postmodum nonnihil mutaret. Occupatus namque in systemate fossiliam, secundum principia corporum proxima, digerendo, attentionem fixit in salibus naturalibus basi terrestri vel metallica dotatis, observavitque apud plerosque eorum dominari acidum, ideoque censuit, rectius eos in classe acidorum quam basium collocandos esse. Propterea quoque, ut obtineretur inter omnes sales harmonia, proposuit eodem etiam sales neutrales ablegare a). Nomina generica formavit ex adjectivis acidorum, instar substantivorum adhibitis, subintellecto *acido;* ut vocarentur *vitriolica, nitrosa, muriatica, fluorata* etc. sales ex hisce acidis et quacunque basi formati. Basis vero naturam indicaret adjectivum ex nomine ejus fictum, adeo ut *vitriolicum potassinatum* significaret salem, cui antea nomen alcali vegetabilis vitriolati dederat, et sic in ceteris. Neque tamen sine exceptione

a) Meditationes de systemate fossilium naturali, §. CXCV.

fuit regula. Quia enim nondum mos erat ad sales referre omnia corpora ex acidis et basibus composita, terris annumeranda esse praecepit corpora ex terris et acidis mixta, quae in aqua non essent solubilia, eademque a parte terrestri, utpote potentiore, denominanda: ut *baryten vitriolatum, calcareum, fluoratum*, pro spatho ponderoso et fluore minerali, quae alioquin, si ad universos sales extensa fuisset nova nomenclaturae methodus, *vitriolicum barytatum* et *fluoratum calcareatum* dicenda fuissent. Neque suam methodum ad sales triplices magisve compositos applicuit satius ducens ipsis nomina quaedam trivialia minus regularia concedere. Praeterea singularem praescripsit legem, secundum quam sales duplices imperfecti, s. ubi alterutrum principium dominatur, appellarentur, ut incompleta innueretur saturatio. Sic a saturato sale tartareo potassinato distinxit *tartareum potassini* (vulgo *tartarum* dictum) quod acido abundat, et a saturato boracino natrato, *natrum boracini* (v. *boracem*), quod alcalina parte excedit.

§. IV.

Cum deinde, per phaenomena ab illustri Lavoisier aliisque ejus aevi Chemicis recens detecta et explicata, non uno respectu mutata esset chemiae facies, neque suffecerunt ipsis methodi sales denominandi a Bergmanno propositae. Novam itaque Lavoisier cum Sociatis in lucem edere voluit, quae pro omnibus salium speciebus uniformis esset, quaeque scientiae progressui non minus quam logicis regulis apprime responderet. Statuta lege, secundam quam singula acida nominarentur, ex vocabulis acidorum sumenda esse praeceperunt nomina generica salium, qui praecipuas suas affectiones illis debere existimabantur. Sed ne confunderetur genus salis cum parte sui acida, in quam illius criteria plane non quadrant, necessarium ipsis fuit, nova et constanti flexione cognominis acidi formare nomen salis genericum. Atque quia acida ex uno radicali nata interdum sub duplici forma comparent, diversitas salium ex duobus ita cognatis acidis productorum voce diversimode clausa significari debebat, quemadmodum ipsa quoque acidorum cognomina diverse terminabantur. Igitur cognomine acidi clausula *as* terminato indicabatur genus salis, cujus acidum perfectum sive oxygenio saturatum esset, eodem vero litteris *is* clauso, sal cujus acidum imperfectum esset sive minore oxygenii quantitate dotatum. Sic *sulphates, nitrates, muriates, phosphates, carbonates* etc. dicebantur sales, quorum acida, propter perfectiorem conditionem, cognominibus sulphurici, nitrici, muriatici, phosphorici, carbonici appellata erant. *Sulphites* vero, *nitrites, phosphites* etc. quorum acida, penuria oxygenii laborantia, nominibus sulphurosi, nitrosi, phosphorosi distinguebantur. Species salium ubique per additum genitivum basis, sive haec alcalinae, sive terrestris, sive metallicae esset naturae, discernebantur. Basibus alcalinis nova dederunt nomina feminina, *potassae, sodae* et *ammoniacae*, propter similitudinem cum affinibus sibi terris, in quarum vocabulis vix ullam fecerunt mutationem. Pro metallicis vero basibus ipsa metallorum nomina adhibita sunt, cum nullum inde oriretur ambiguitatis periculum. Sic *sulphas potassae, nitras calcis, murias ferri* appellati sunt sales ex acido sulphurico, nitrico, muriatico, et potassa s. alcali vegetabili, calce et oxido ferri constituti. Quodsi duo acida vel duae bases in eodem sale laterent, componendum a duobus verbis esse voluerunt nomen salis genericum vel specificum. Sic *phosphas sodae* et *ammoniacae* significavit salem, microcosmicum vulgo nomina-

tum, et *boraco-tartris sodae* boracem acido tartari saturatum. Neque in aliis varietatibus salium notandis opus esse arbitrabantur, ut ad nomina trivialia adoptanda confugeretur, cum mutata salis natura, addito convenienti verbulo, facile indicaretur. Sic sales, qui acido abundant, acidi erant dicendi, ut *oxalas potassae acidus* (v. sal acetosellae); qui basin habent superfluam, supersaturati, ut *boras sodae supersaturatus* (v. borax), et quorum acidum oxygenio onustum est, oxygenati, ut *murias oxygenatus sodae* e. s. p. Et generatim quidem egregio successu id annisi sunt, ut vocabulis secundum paucas, facile mente comprehendendas et constanter observandas, regulas flexis, atque secum invicem, pro re nata, conjunctis, exacta ubique et perspicua esset corporum repraesentatio.

§. V.

Haud paucis Chemicorum consummatum jam per Gallicorum industriam visum fuit nomenclaturae opus. Aliis, post varias motas atque remotas dubitationes, re omni ex parte pensitata, magis magisque accepta evasit nova methodus, quae tandem omne fere tulisse punctum videbatur. Mox vero, ut fit, occupabantur iterum scientiae Cultorum animi, ut, pro ingenio quisque suo, ultimam limam operi adderent. Fueruntque inprimis Celebres extra Galliam Chemici de eo solliciti, ut ad vernaculas suas linguas melius accommodarentur scientiae vocabula. Praeeuntibus Germanis, qui in suam linguam non commoda transferenda esse judicaverunt substantiva nomina generibus salium a Gallicis data a), plerique eorum propius ad pristinam denominandi methodum reverti amaverunt. Plurimis quidem adhuc arrisit dispositio generum salinorum secundum acida sua, satius tamen fere omnes duxerunt basium vocabula substantive, acidorum vero adjective adhibere. Et quamvis inter se variaverint de flexionibus atque clausulis verborum, in eo tamen longe plurimos consensisse invenimus, ut, ad modum a Bergmanno olim stabilitum, non mutatis basium vocabulis, salium nomina exprimerent b), iisque pro quovis sale adjungerent epitheton ex cognomine acidi mutuatum.

---

a) Omni sine dubio scientiis suis magis prodessent cultores, si terminis technicis, communi lingua latina scriptis, uterentur, quam ubi omnes in suas vernaculas vertere conentur. Sed cum aliud jubeat mos, hanc rem missam facimus. Concedimus substantiva salium nomina in *as* et *is* non commode simpliciore verbo germanico exprimi. Potuissent tamen per compositionem vocabuli, Germanis ceteroquin usitatissimam, facile eadem ad suum idioma applicare. Quemadmodum enim vocibus *Kalk-erde, Kiesel-erde* etc. significant terras simplices calcem et silicam, vocibus *Schwefelstoff, Kohlenstoff,* simplicia corpora inflammabilia sulphur et carbonium, et sic porro, sic etiam vocabulis *Schwefelsalz, Phosphorsalz, Kohlensalz* egregie tradi potuisset sensus verborum sulphatis, phosphatis, carbonatis.

b) Origo hujus denominandi methodi deberi videtur antiquitati, ubi non raro in usu fuit similitudinem corporum ex principio quodam illis communi, inviso plerumque et imaginatione ficto, derivare. Hoc principium nomine alicujus corporis cogniti, in quo potissimum latere putabatur, appellaverunt: alia quoque cognata similiter denotaverunt. Sic *sulphur* dixerunt ipsum inflammabile principium. Et sulphura deinde appellata sunt omnia corpora inflammabilia. Vicissim nomen simplicioris ac cogniti corporis, ad multa alia corpora, in quibus illud latere cernebatur, transtulerunt. Sic *metallorum* nomine antiquitus venerunt non solum pura metalla, sed minerae quoque metallicae, omniaque corpora quorum praecipua pars metallum fuit. *Terrae* dudum apud mineralogos appellata sunt corpora, quae terreas partes continent; et sic porro.

In denominandis basibus, nonnihil ab etymologia Gallicis accepta discedendum esse putaverunt Germani. His maxime quidem displicuerunt vocabula *potassae* et *sodae*, quibus illi duo alcalia fixa intellexerant. Existimaverunt nempe ab iisdem mentem facile ad erroneas notiones amplectendas induci posse, cum diversa sit vulgaris earum apud Europaeas gentes significatio. Proinde ipsis praetulerunt vocabula antiqua *kali* et *natrum*. Atque, quo genere neutro inter se convenirent tria alcalia, salesque ex singulis nati, tertium quoque, sive volatile alcali potius *ammonium*, quam ammoniacam nuncupaverunt. Parem ob caussam terris, quibus alias voces femininae assignari solent, neutrius generis nomina nonnulli dederunt. Sic salibus terrestribus quoque neutrius generis nomina concessa sunt, ut etiam metallicis salibus, qui grammaticale genus nomenque metalli sibi proprii servaverunt.

Oryctologis omnium gentium quam plurimis nulla alia salium divisio naturae consona visa est, quam quae illos secundum suas bases disponat. Iisdem itaque maxime placuit denominationis methodus prior Bergmanni. Sic, alios ut taceamus, Illustris inter Gallos Haüy *potassam, sodam, calcem, barytam* etc. *sulphateas, nitrateas, carbonateas, borateas* e. s. p. nuncupat sales ex alcalibus vel terris atque acidis sulphurico etc. formatos, metallicos sales pari ratione a metallo denominans.

§. VI.

Considerando quae in Gallicorum nomenclatura corrigenda alii nuper posuerunt studia, primum animis obversatur anomalia methodi illorum, qui sua distributione salium aliud systema respicere videntur, aliud denominationibus; ubi pro epitheto nominis specifici, sub forma adjectiva, adhibent vocabulum ab acido derivatum, quo genus salis intellectum volunt. Hac vero in re exagitanda non morabimur, cum existimemus neminem non nobis assentiri, quod, in denominandis rebus quibuscunque systematice dispositis, oporteat substantivo nomine, nisi tale subintelligatur, denotari genus, atque huic, cognominis loco, adjungi vocabulum speciei. Sufficiat ergo nobis duplicem perpendere diversitatem hodiernarum nomenclaturarum. 1:o Quod nomina generica ab acidis alii, alii a basibus derivanda esse judicaverint. 2:o Quod ad significanda genera salium alii nova formavarint vocabula a nominibus acidorum aeque ac basium diversa, aliis vero haec superflua visa sit novorum vocabulorum creatio, quia ipsa basium nomina cum salibus quoque apte communicari viderentur.

Negari non potest, quin facile appareat similitudo multorum salium simili acido dotatorum. Sales acidum sulphuricum continentes cum pulvere carbonum usti pandunt odorem sulphuris ardentis; omnes quoque, quantum huc usque experiri licuit, in alcohole vini prorsus insolubiles sunt. Sales acidum nitricum foventes cum corporibus inflammabilibus ad rubedinem calefacti, detonationis producunt phaenomenon. In plurimis aliis salibus proditur natura acidi latentis per varias mutationes, ope corporum s. d. reagentium, excitatas. Ipsa denique acida, alia atque alia ratione, vinculis liberari possunt et ex effectibus sibi propriis cognosci. Accedit, quod per solam acidi metamorphosin aliam prorsus naturam saepius acquirat sal. Proinde magnopere sese apud multos ea commendavit sententia, quod praecipuas virtutes suis acidis debeant sales, quodque secundum acidorum ordines convenientissime distribuantur, et nomina generica ad hanc dispositionem conformia sortiri debeant.

Sed in confesso quoque est, non prorsus inefficaces esse bases salium, multasque horum affectiones a basis potius quam ab acidi natura dependere: ut formam crystallinam, saporem dulcem, amarum, austerum, ceterosque effectus salibus ex eadem basi progenitis communes. Immo sales, qui metallicas habent bases, adeo colore, sapore et toto habitu bases suas referre videntur, ut contra naturae indicia aperte agat, qui illos potius secundum sua acida ordinaret. Itaque cum neque alibi deficiant characteres generici a natura basium derivandi, commodo scientiae optime consulunt, qui non duplici, sed una ubique methodo similitudines salium vestigare ac describere conantur. Propterea non dubitamus, quin ad modum Oryctologis dudum adoptatum pro congeneribus habendos et communi nomine generico appellandos esse censeamus sales, qui similitudinem a basibus habent.

Quod ad alteram discrepantiam hodiernorum Chemicorum in salibus nominandis attinet, fateamur oportet, quod nostro saltem judicio omni ex parte praeferenda et sectanda sit methodus illorum, qui nova formaverint vocabula salium, a nominibus et acidorum et basium diversa. Certe enim aberrarunt a justa regula in corporibus philosophice denominandis observanda, atque a communi loquendi usu, qui pro vocabulo salis posuerunt nomen unius ejusdem, quantumvis praecipuae, partis. In confesso cuique erit, quod genericum nomen, sine epitheto enunciatum, secum ferre debeat ideam totius generis, quod nequaquam obtinet in iis, quas jam impugnamus, nomenclaturis; ubi ex gr. sal ex acido sulphurico et potassa s. kali compositum appellatus est *kali sulphuratum* vel *potassa sulphatea:* ablato namque epitheto speciei, remanet vocabulum *kali* vel *potassa*, quod nullam generis salini notionem comprehendit a).

Sed quamvis pro re parvi momenti habeant ultimum nomenclaturae rigorem et verborum fabricationis curam viri, qui aetatem viresque consumunt in novis indagandis veritatibus et vero scientiae incremento promovendo, speramus tamen neque eos dedignaturos esse animadversiones nostras, eo tantum consilio ingenue oblatas, ut perspicuitas scientiae concilietur, et omnis, quantum ejus fieri possit, evitetur in describendis phaenomenis ambiguitas.

---

a) Haec meditantibus succurrit nobis quaestio, a nonnullis hodiernorum quoque Philosophorum mota utrum corpora inter se intime conjuncta, sive, ut Stahliano utamur loquendi modo, *mixta* vere dicantur esse partes ipsius mixti? Non equidem disquirere lubet de mutata, per ipsum mutuum corporum nexum, natura ac forma eorundem; sed earum tantum meminisse mutationum, quae simul, aliunde quasi, in corpora incidant efficiantque, ut in mixto prorsus aliae lateant substantiae, quam quae miscebantur. Non sine probabilitate ursisse videtur Celeberrimus Pestinensis Doctor WINTERL, corpora illa, quae vulgo pro partibus salium habentur, acidum nempe et basin salinam, nunquam tota quanta in salibus latere, cum ab utroque sub ipsa conjunctione aliqua avolaverit constitutiva pars. Conclusit nempe ex plurimis phaenomenis inter se comparatis, eam esse conditionem omnium acidorum ac basium, ut praeter ponderabiles materias in sinu foveant substantias subtilissimas non ponderabiles, *principium aciditatis* et *principium basicitatis*, quarum utrinque aliqua fit jactura, ubi sales constituuntur, quasque necessario recuperabunt salis partes, antequam vinculis liberatae in pristinam restitui possint formam. Caloricum, sub formatione salium, nunquam non comparens, ex simul facta conjunctione principiorum subtilissimorum produci contendit. Materia profecto digna, quae ulterius rimetur.

§. VII.

His monitis, consideremus jam regulas, ad quas formare conveniat nomenclaturam salium, cum praesenti scientiae statu congruam.

Nomina salium generica derivari possunt a nominibus aut acidorum aut basium, prout secundum illa vel has in adoptato systemate ordinati fuerint sales. Itaque, cum aptissima nobis visa sit salium secundum bases dispositio, censemus denominationes generum convenienter fieri debere ex basium vocabulis ad constantem legem flexis. Clausulae *as*, *atis* et *is*, *itis*, quas generibus ab acida parte derivatis dicaverunt Gallici, facile quoque ad basium vocabula applicantur. Et quemadmodum illi nominibus in *as* significaverunt sales ex acido perfecto natos, sic similia in nostro systemate adhibere licebit, ubi eo respectu perfecta sit basis, quod acida plene saturare queat, ut alcalia et terrae sic dictae alcalinae. Pari ex caussa vocabulis in *is* designamus sales, in quibus ob debilitatem, seu minus perfectam basis naturam, vix unquam locum obtineat mutua partium saturatio.

Non refragabimur Germaniae Celeberrimis Chemicis, qui nomina *kali* et *natrum*, utpote minime ambigua, alcalibus fixis impertienda esse voluerunt. Propterea sales ex his natos appellamus *kaliates* et *natrates*. Similiter *ammoniates* dicimus eos, quos alcali volatile cum acidis produxit, atque *barytates*, *stronthiates*, *calcates*, *magnesiates*, qui a terris alcalinis orti sunt. Inter reliquas terras nonnullarum dubia esse videtur natura. Quia vero yttria et berylla, s. glucina, ab acidis plerumque ad satietatem suscipi possunt, sales eorum quoque *yttrates* et *beryllates* vocandos esse credimus. Ceteras ad imperfectiores bases referimus, salesque earum *argillites*, *zirconites*, *silicites* nuncupandos ducimus b).

Sales, qui ex metallis atque acidis generantur, nunquam cum acidis juncta tenent metalla ipsa, sed alia ex his producta corpora, quae olim *calces* jam vero *oxida* metallica vocata sunt. Haec interdum naturam habent basium perfectarum, quae acida saturare valent, interdum magis vel minus ad conditionem imperfectarum basium vergunt, interdum prorsus acidam indolem produnt. Comparent autem hae diversitates non solum in oxidis diversorum metallorum, sed in iis quoque, quae ab eodem metallo per varios oxidationis gradus obtinentur. Sic a pluribus metallis habentur sales, et nominibus in *as*, et nominibus in *is*, distinguendi. Alia nonnisi ad sales alterutrius ordinis generandos apta esse videntur, quae unum

b) Fateamur oportet hanc terrarum partitionem non prorsus difficultatibus carere, cum non exacte satis definiri queant limites inter utrumque earum ordinem; adeo ut pari fere jure ad unum ac ad alterum nonnullae referri possint terrae. Videmus, inter terras, perfectiores ac imperfectiores bases continua serie se mutuo excipere, imperfectiores quasi ad naturam basis cum acido jam conjunctae propius accedere, ac interdum, velut praevalente acida parte, ad castra acidorum migrare velle. Sic anceps esse videtur natura silicae, quae aequaliter saltem, si non libentius, appetit basium, quam acidorum societatum. Harum quidem diversitatum origo atque caussa adhuc plane latent; affulget tamen spes eas propediem detectum iri, cum omni studio ac cura examinata erint phaenomena oxidorum metallicorum, quae terris maxime affinia sunt, et quorum haud pauca ex uno basium ordine ad alterum transire cernuntur.

tantum oxidationis gradum ita ament, ut in eadem, cum adjunctum sibi fuerit acidum, perseverare possint c).

Cum diversae species salium a diversitate acidorum nascantur, nominum specificorum vices supplebunt ipsa acidorum epitheta. Varietates vero, quae aut acido aut basi abundant, pro re nata *acidae, acidulae* vel *basicae* commode appellabuntur.

§. VIII.

Adjungere tandem liceat seriem generum salinorum, secundum nostram nomenclaturae methodum dispositorum, cum praecipuis, quibus distingui a se invicem possint, characteribus. Primo tantum generi, cum similis sit omnium ratio, subnectimus nomina specifica, additis denominationibus Lavoisierianis:

GENUS I. KALIATES crystallinam formam suscipiunt. Solutio aquosa per acidum tartaricum praecipitatur, in conspectum veniente pulvere crystallino acidulo, aegre ab aqua solvendo.

Sp. 1. *kalias sulphuricus* — *sulphas potassae* (Lav.)
(a) „ „ *acidulus* „ „ *acidulus*
2. *kalias sulphurosus* — *sulphis potassae*
3. *kalias nitricus* — *nitras potassae*
4. *kalias nitrosus* — *nitris potassae*
5. *kalias phosphoricus* — *phosphas potassae*
6. *kalias phosphorosus* — *phosphis potassae*
7. *kalias carbonicus* — *carbonas potassae*
(a) „ „ *basicus* „ *supersaturatus*
8. *kalias muriaticus* — *murias potassae*

---

c) Neminem jam fugit, omne oxidum metallicum compositum esse ex ipso metallo vel potius substrato, ut ajunt, metalli, et alia quadam substantia s. materia oxidante. Hanc substantiam ab oxygenio s. aëris vitalis basi nulla re differre contendunt adhuc multi hodiernorum Chemicorum, censentes, quod a proportione tantum ejusdem, cum sibi semper similis esse putetur, dependeat omnis diversitas oxidorum cujusvis metalli. At haec sententia non modo nondum probata, sed ne verisimilis quidem est. Perpensis enim accuratius plurimis jam cognitis oxidorum metallicorum phaenomenis, liquide, ut confidimus, apparebit, diversos oxidationis gradus saepissime non tam a quantitate, quam potius a qualitate, sive diversa materiae oxidantis natura derivandos esse. Rem acu tetigisse nobis videntur, qui materiam hanc, qua ponderabilem sui partem, a substantia aquae non differre. Ita vero transformatam esse hanc aquam existimamus, ut interdum propius ad naturam hydrogenii, interdum ad oxygenii naturam accesserit. Hydrogenicam, quae virtutem habet a principio, nobis alibi *photogenium* appellato, producere putamus oxida, quae minori oxidationis gradui tribui solent, et perfectiores sunt salium bases. Ab oxygenica vero, quae oritur a principio *pyrogenio*, nasci opinamur bases imperfectas, et haud raro acida, sive quae majore gradu oxidata vulgo dicuntur oxida metallica.

Sp. 9. *kalias oximuriaticus* — *murias potassae oxygenatus*
10. *kalias fluoricus* — *fluas potassae*
11. *kalias boracicus* — *boras potassae*
12. *kalias arsenicus* — *arsenias potassae*
13. *kalias arsenicosus* — *arsenis potassae*
14. *kalias molybdicus* — *molybdas potassae*
15. *kalias tunsticus* — *tunstas potassae*
16. *kalias chromicus* — *chromas potassae*
17. *kalias aceticus* — *acetas potassae*
18. *kalias oxalicus* — *oxalas potassae*
(a) „ *acidus* — „ „ *acidus*
19. *kalias citricus* — *citras potassae*
20. *kalias tartaricus* — *tartris potassae*
(a) „ „ *acidus* — „ „ *acidus*
21. *kalias malicus* — *malas potassae*
22. *kalias lacticus* — *lactas potassae*
23. *kalias succinicus* — *succinas potassae*
24. *kalias benzoicus* — *benzoas potassae*
25. *kalias gummicus* — *gummas* s. *saccholas potassae*
26. *kalias gallicus* — *gallas potassae*
27. *kalias uricus* — *uras potassae*
28. *kalias urosus* — *uris potassae*
29. *kalias prussicus* — *prussias potassae*
30. *kalias hydrosulphurosus* — *hydrosulphis potassae.*

GENUS II. natrates crystallisabiles sunt. Ab acido tartari non praecipitantur. Cum kaliate tartarico exhibent natrokaliatem tartari.

GENUS III. ammoniates volatiles sunt. Odorem ammoniacae spargunt, quam primum ipsis admisceatur alcali fixum aut terra alcalina.

GENUS IV. Barytates pondere specifico sales metallicos mentiuntur, crystallinam formam in aëre sicco et humido servant. Soluti ab aqua non sensibiliter mutantur ex additis alcalibus puris.

GENUS V. stronthiates minus ponderosi sunt quam barytates, iisdem alioquin admodum similes. Flammam ignis purpureo colore tingunt.

GENUS VI. calcates praecipitantur plerumque a kali et natro puris, non vero ab ammoniaca. Dejiciuntur quoque per sales fluoricos et oxalicos.

GENUS VII. magnesiates a sapore amaro ut plurimum cognoscuntur. Ab aqua calcis deturbantur, imperfecte vero ab ammoniaca, cum qua in sales triplices coeunt.

GENUS VIII. yttrates dulci gaudent sapore. Ab ammoniaca praecipitantur. Praecipitata terra a kali solutione aquosa non suscipitur, solvitur vero per additum quintuplum pondus ammoniatis carbonici; adhaeret quoque solutionibus kaliatis carbonici.

GENUS IX. BERYLLATES S. GLUCINATES saporem dulcem saccharinum habent. Praecipitata terra per admixtum kali causticum, ut et per duplum pondus ammoniatis carbonici ab aqua solvi potest.

GENUS X. ARGILLITES S. ALUMINITES sapore acidulo stiptico praediti sunt; ab ammoniaca dejici possunt. Praecipitata terra a kali vel natro in aqua solutis suscipitur, non vero ab ammoniate carbonico.

GENUS XI. ZIRCONITES valde stypticum habent saporem et praecipitantur ab omnibus basibus alcalinis et terreis, excepta silica. Cum ammoniaca in sales triplices abeunt, ab aqua plerumque facile solvendos.

GENUS XII. SILICITES cedunt sua acida omnibus aliis basibus. Praecipitata terra cum kali vel natro in vitrum pellucidum vi ignis colliquescit.

Non raro duae bases cum eodem acido una junguntur, et sales triplices producunt, ut *natro-ammoniates, ammonio-magnesiates, kali-argillites, ammonio-argillites, magnesio-calcates,* etc. quorum enumeratione et descriptione supersedemus, quoniam pauci eorum adhuc cogniti sunt, pauciorum natura accuratius explorata. Generatim observamus, quod propter mutuam basium attractionem saepius discrepent characteres horum triplicium salium ab iis, quos indicant proprietates singulorum salium duplicium, ex altera basi et communi acido productorum.

Metallici sales cognoscuntur a natura metalli, per praecipitationem et reductionem oxidi, obtenti, nec non a mutatione, quam in singulis efficiunt corpora reagentia. Praeterimus sales ex recentissime detectis metallis, CERIO, TANTALO, COLUMBIO, PALLADIO, RHODIO, OSMIO, IRIDIO, ceterisque natos, quorum praecipua phaenomena ulterius exploranda vel confirmanda esse videntur.

TITANATES vel TITANITES praecipitantur per sales prussicos sulvescente, per tincturam gallarum luteo, per sulphureta virente, per alcalia albo colore. Solutio aëri exposita pelluciditatem perdit, oxidum oxygenatum minus solubile secernens.

URANATES V. URANITES, additis alcalibus aut prussicis salibus, dejiciunt pulverem fulvum, per tincturam gallarum vero cinereum. Cum acido phosphorico in vitrum viride, vi ignis, liquescunt.

MOLYBDITES coeruleo colore obducunt metalla facile oxidanda. Per sales prussicos praecipitantur colore fusco. Ignis flammam viridi colore tingunt.

TUNSTITES per acidum nitricum luteum acquirunt colorem. A sulphuretis praecipitantur colore viridi. Cum borace vel acido phosphorico in igne fusi vitrum producunt coeruleum.

MANGANESIATES cum alcalibus mixti praecipitant pulverem album, qui calefactus fuscum vel nigrum mox acquirit colorem, et vitro liquefacto colorem violaceum impertitur.

MANGANESITES per alcalia praecipitati pulverem oxidi mox offerunt obscuro colore conspicuum.

ARSENICATES vel ARSENICITES dejiciunt arsenicum metallicum in zincum, ferrum, pluraque alia

metalla facile oxidanda, solutioni immissa. Per alcalia pulverem album sejungunt facile ab abundante alcali suscipiendum.

CHROMATES vel CHROMITES conspicui sunt colore viridi, quem, addito acido muriatico oxygenato, in luteum vel rubrum transmutant.

COBALTATES vel COBALTITES colorem plerumque roseum habent. Oxidum praecipitatione separatum vitra in igne fusa colore intense coeruleo tingit.

BISMUTHATES vel BISMUTHITES per additam copiosam aquam destruuntur, et pulverem secernunt album, qui in igne facile liquescit, a vaporibus sulphureis vero obscuratur. Alcalia pulverem album, tinctura gallorum viridem dejiciunt.

ANTIMONIATES vel ANTIMONITES ut plurimum quoque per aquam praecipitant pulverem album, qui a vaporibus sulphureis non mutatur; similem dejiciunt sulphureta. Tinctura gallarum coerulescens producit praecipitatum.

NICCOLATES vel NICCOLITES virides sunt. Oxidum viride ex illis praecipitatum coeruleo colore ab ammoniaca solvitur. Per sales prussicos provocatur flavescens, et per tincturam gallarum album praecipitatum.

ZINCATES vel ZINCITES cum tinctura gallarum tractati dejiciunt pulverem virentem et rubrum; cum alcalibus album, qui ab abundante alcali solvi potest, quique insuper cognoscitur ex viridi colore, quem, vi ignis, communicat oxido cobalti.

TELLURATES vel TELLURITES offerunt tellurium metallicum, cum in solutionem immissum fuerit zincum, ferrum aut cuprum. Praecipitantur a sulphuretis sub forma pulveris fusco-nigri, ab alcalibus sub forma pulveris albi, qui ab alcali puro facile solvitur.

PLUMBATES vel PLUMBITES saporem plerumque dulcem habent. A solutionibus sulphuris nigrescunt; dejiciunt plumbum metallicum in zincum et ferrum.

STANNATES vel STANNITES deponunt stannum metallicum in zincum, ferrum et plumbum. Vi oxygenii dejicitur pulvis albus, in acidis difficillime, in alcalibus facile solvendus, qui in igne vix liquescit.

FERRATES praecipitata albo vel cinereo colore conspicua porrigunt, dum admisceantur alcalia aut sales prussici. Aurum in acidis solutum sub forma metallica dejiciunt.

FERRITES cum salibus prussicis coeruleum demittunt pulverem, cum tinctura gallarum nigrum, cum alcalibus flavum vel fusco-rubrum.

CUPRATES vel CUPRITES cuprum genuino colore conspicuum dejiciunt in zincum, ferrum, plumbum vel stannum. Per arsenicites secernitur pulvis laete viridis, per prussiates ruber, per alcalia flavus, viridis aut coeruleus, qui coeruleo colore ab ammoniaca solvitur.

HYDRARGYRATES hydrargyro metallico obducit cuprum immissum. Cum alcalibus mixti cinereum secernunt pulverem.

HYDRARGYRITES sapore magis austero a praecedenti genere distinguuntur, ut et colore flavo vel rubro oxidi per alcalia praecipitati.

ARGENTATES vel ARGENTITES argento cuprum facile obducunt.

AURITES auro cuprum obducunt. Cum ammoniaca pulverem fulminantem producunt.

PLATINITES admixta solutione ammoniatis muriatici salem dejiciunt difficulter in aqua solubilem, ex quo platinum ignis ope reducitur.

Metallorum oxida frequenter quoque tum inter se, tum cum aliis basibus consociata communi acido adhaerent, variosque producunt sales triplices, quorum affectiones disquirere nostrum jam non fert propositum.

XXII.

Einige Bemerkungen über die Beschaffenheit, und den Eisengehalt des Berlinerblau's *).

Die vielen Bemühungen, die man jetzt anwendet, die wahre Natur des Berlinerblaus zu ergründen, veranlasste mich auch zu einigen Versuchen. Herr Bergman hatte gesagt, dass das aus einer Eisenauflösung durch seine Blutlauge niedergeschlagene Berlinerblau den metallischen Gehalt des Eisens 6 mal am Gewichte gleichkomme. Dieses war auf Bergmans Wort angenommen, bis neuerlich H. H. Wiegleb, Westrumb, Klaproth etc. es einstimmig bestritten und gesagt haben, dass man den wahren Eisengehalt zu der Hälfte des Gewichts des niedergeschlagenen Berlinerblaus berechnen muss; daher man auch gar Bergman eines grossen unerklärbaren Irrthums beschuldigt. Weil ich nun eben so gut als sonst jemand die Genauigkeit Bergmans kannte, so war diese Beschuldigung mir äusserst auffallend, und ich glaubte anfangs, dass man nicht alles genau beobachtet hätte, und dass vielleicht der mehr oder weniger dephlogistisirte Zustand des Eisens in der Auflösung, einen merklichen Unterschied mache. Um dieses bestimmter beurtheilen zu können, verfertigte ich eine Menge Blutlauge nach Bergmans Vorschrift, löste dann reine Eisenspäne in Vitriolsäure auf, schlug sie mit dieser Lauge nieder, und erhielt einen blassgefärbten, etwas ins grüne fallenden, blauen Niederschlag, der beynahe das 6 fache Gewicht des aufgelösten Eisens hatte, nachdem er gehörig mit Wasser abgewachsen und in der Luft getrocknet war (wobey er auch eine schöne blaue Farbe annahm). Hernachmals nahm ich von derselben Eisenauflösung, setzte sie der Hitze und Luft aus, wo sie eine braunlich gelbe Farbe angenommen hatte, und schlug sie dann mit der Lauge nieder. Der Niederschlag hatte nun gleich eine sehr tiefe und schöne blaue Farbe, und wog, nachdem er abgewaschen und getrocknet war, ebenfalls 6 mal soviel als das aufgelöste Eisen. Dasselbe geschah, wenn ich die Eisenauflösung niederschlug, nach-

*) Crells chem. Annal. 1788. I. S. 503—511. (Die Abhandlung ist wesentlich eine vorläufige Mittheilung über die in der folgenden (sub. XXIII) veröffentlichten Untersuchungen.)

dem sie einigemal bis zur trockene abgeraucht worden; auch wenn ich Eisen aus seiner Auflösung in Salzsäure niederschlug, erhielt ich allemal 6 mal soviel Berlinerblau als ich Eisen aufgelöst hatte. Ich muss gestehen, der Erfolg dieser Versuche war mir ganz unerwartet, in Ansehung der erwähnten Kritiken. Diese Versuche zeigen vielmehr deutlich, dass BERGMAN vollkommen Recht hat, wenn er sagt: man soll den Gehalt des metallischen Eisens in einer Auflösung, zu dem 6:ten Theil (oder beynahe so) des Gewichts, des durch seine Blutlauge niedergeschlagenen Berlinerblaues berechnen. Es ist zwar wahr, BERGMAN glaubte nicht, dass seine Blutlauge soviel Berlinerblau aufgelöst enthält, wie sie es würklich thut; allein das kann zu keinem Irrthum Anlass geben, wenn nur die Menge des aufgelösten Blaus allemal dieselbe ist, und wenn man die Blutlauge auf BERGMANS Methode, aus vegetabilischem Alkali mit hinlänglichem Blau digeriret, bereitet.

Nun will ich auch Hrn WIEGLEBS und anderer Berechnungen betrachten. Sie sagen, man muss das niedergeschlagene Blau durchglühen, um das darinn befindliche Eisen zu erhalten. Ich habe das in meinen erwähnten Versuchen erhaltene Blau durchgeglühet, und habe daraus beynahe die Hälfte wiederbekommen (bisweilen etwas weniger, bisweilen etwas mehr, je nachdem ich das Durchglühen eine längere oder kurzere Zeit fortsetzte). Dieses macht also beynahe das dreyfache Gewicht des in der Säure aufgelöst gewesenen metallischen Eisens aus. Welcher Irrthum, wenn man dieses nun für den wahren Eisengehalt der Flüssigkeit annehmen wollte! Um diesen Irrthum zu vermeiden hat man viele Methoden vorgeschlagen, die Blutlauge vom aufgelösten Berlinerblau zu reinigen; allein die letzten Versuche des unermüdeten Hrn WESTRUMBS zeigen, dass alle die Reinigungsarten, die man bis jetzo vorgeschlagen hat, sehr wenig ausrichten. Das noch aufgelöste Blau mischt sich mit dem Niederschlag und vermehrt sein Gewicht, und wenn man dieses geglühet hat, findet man in dem Rückstande verhältnissmässig mehr Eisen, als man haben sollte.

Nun fragt es sich: in welchem Zustande befindet sich das Eisen in dem ausgelühten Berlinerblau? Man glaubt, im metallischen Zustande, weil es von dem Magnet angezogen wird! Ich brauche nicht viel darzu zu sagen, weil ein jeder einsiehet, dass man hier etwas zu geschwind geschlossen hat. Doch will ich die Sache durch einen Versuch erläutern. Etwas von meinem niedergeschlagenen Blau that ich in einem glühenden Tiegel, und darzu nach und nach von reinem Salpeter, bis das Verpuffen aufhörte. Den Rückstand, der aus vegetabilischem Alkali und Eisenkalk bestand, laugte ich mit Wasser aus, trocknete und glühete den ausgelaugten Kalk. Dieser Eisenkalk hatte nun etwas weniger als die Hälfte von dem Gewicht des angewandten Blaues, oder er wog etwas weniger als das nur durchgeglühete Berlinerblau. Es ist also deutlich, dass dieses, ausser dem Eisenkalke (der schon wenigstens bey 40 p. C. das metallische Eisen am Gewicht übertrifft), noch eine Menge von Kohlenstoff (welcher nach SCHEELEN's Analysis einen Bestandtheil des Berlinerblaues ausmacht*) enthält. Es ist also nicht zu bewundern, dass diejenigen, welche nach der gedachten Berechnung den Eisengehalt einer zu untersuchenden Steinart bestimmt, oft mehr am Gewicht von Bestandtheilen, als das ganze betrug, erhalten haben. Es ist fast mehr zu bewundern, dass die Uebereinstimmung einigermassen erträglich ausgefallen ist.

---

*) N. Entd. XI, S. 96. Auswahl a. d. N. Entd. B. 3. S. 391.

Ich habe mir eine ganz reine und eisenfreye Blutlauge, nach Scheelens Vorschrift *), bereitet, indem ich zu der Bergmanischen Lauge, in einer Retorte, Vitriolsäure zusetzte, und die Blutlaugsmaterie in eine Vorlage, welche etwas kaustisches vegetabilisches Alkali enthielt, überdestillirte. (Im vorbeygehen will ich anmerken, dass das Alkali auf diese Art niemals gesättigt werden kann, wenn auch die Blutlaugsmaterie im grossen Ueberfluss damit vermischt ist. Diese Vereinigung scheinet mir weiter nichts als eine mechanische Mischung zu seyn. Die blosse Hitze kann schon die Blutlaugsmaterie von dem Alkali abscheiden. Doch sind mir hierbey einige Erscheinungen vorgekommen, die ich noch nicht gut erklären kann, und die den Westrumbschen Satz, dass die Phosphorsäure auch ein Bestandtheil dieser Lauge ausmacht, sehr wahrscheinlich machen; davon werde ich künftig etwas mehr sagen). Durch diese reine Blutlauge habe ich eine Eisenauflösung sowohl in Vitriolsäure als Salzsäure niedergeschlagen. Der Niederschlag hat das aufgelöste Eisen beynahe 4 mal übertroffen; und durch Glühen hat man auf diese Art aus 100 Theilen metallischen Eisens, 170 bis 180 Th. Eisenkalk mit Kohlenstoff vermischt, oder zwischen 140 und 150 Theilen reinen Eisenkalk erhalten.

Alles was ich hier erzählt habe, ist nur ein Auszug einer weitläuftigern Abhandlung, die ich schon der Schwedischen Akademie zu Stockholm überschickt habe. Bey diesem Auszuge habe ich die verschiedenen Beobachtungen über das gefundene Gewicht der Niederschläge, und ihre genaue Bestimmung weggelassen, um nicht hier zu weitläuftig zu seyn. Etwas muss ich doch davon sagen. Es ist eine ungemein schwere Sache, das Gewicht eines Niederschags, genau zu bestimmen, denn die Luft des Zimmers, worinn es getrocknet wird, hat darauf keinen geringen Einfluss. Z. B. allezeit wenn ich einen Niederschlag auf ein Filtrum in einem etwas kaltem Zimmer getrocknet und gewogen habe, und es nachdem in einem wärmeren Zimmer einige Tage stehen liess, so fand ich, dass sein Gewicht abgenommen hatte, und es erforderte eine beträchtliche Zeit ehe die Verminderung zu seinem Minimum gekommen war. Bringe ich es nachdem in das vorige Zimmer zurück, so nimmt sein Gewicht wieder täglich zu, bis es dann zu seinem höchsten Punkt gekommen ist. Um also sicher zu seyn, dass die erhaltenen Niederschläge allezeit denselben Grad der Trockenheit haben, müssen sie in einem Zimmer von einer bestimmten Temperatur der Wärme und von einem bestimmten Grad der Feuchtigkeit gehalten werden, bis sie das Maximum oder Minimum ihres Gewichts erreicht haben. Hr. Bergman schlug vor, sie in einer Temperatur des siedenden Wassers zu halten. Dadurch wird freylich die Schwierigkeit grösstentheils gehoben (nur gehört dazu eine genugsame Zeit); allein es bleibt doch immer was von der Feuchtigkeit in dem Pulver zurück, das bey einer grösseren Hitze abgetrieben werden kann. Die Glühhitze scheidet noch mehr ab, und die letzten Spuren können nicht ohne eine sehr starke und anhaltene Glühung abgeschieden werden. Dieses ist der Fall, glaube ich, mit allen Körpern, die nur zart genug gepulvert sind. Ein jeder hat seine bestimmte Anziehung zum Wasser, nimmt es aus der Luft zu sich, in so viel grösserem Verhältnisse, je grösser die Oberfläche des Pulvers, das heisst, je feiner es zertheilt war; und ein Niederschlag der den Körper in dem zertheiltesten Zustand darstellt, ziehet auch die mehreste Feuchtigkeit an. Das in einem Körper auf diese Art enthal-

*) N. Entd. S. 93. Ausw. S. 387. N. Entdeck. i. d.

tene Wasser, kann ich nicht als einen chemischen Bestandtheil desselben betrachten, weil es abgeschieden werden kann, ohne die Natur des Körpers zu ändern. So höret eine aus Kieselfeuchtigkeit niedergeschlagene und getrocknete Erde nicht auf, Kieselerde zu seyn, nachdem sie durch ein starkes Glühfeuer von seinem Wassergehalt befreyet worden ist.

Diese Erfahrungen hatte ich schon gemacht, ehe ich hier Gelegenheit hatte, den neuesten Theil der Abhandlungen des Hrn Westrumbs zu sehen, worinn er die sehr wichtigen Versuche mit metallischen Kalken erzählt, wo er allezeit eine grosse Menge Wasser aus den Metallkalken, die er dem Glühfeuer aussetzte, erhielt. Sollte nicht das Wasser nur auf die schon erwähnte mechanische Art, mit den Metallkalken verbunden seyn, und gar nicht zu ihrer Zusammensetzung, als verkalkter Metallen, gehören? Dieses scheint mir noch um so viel wahrscheinlicher, wenn ich betrachte, dass Hr Westrumb allezeit das Wasser zuerst erhielt, ehe noch etwas von der reinen Luft überging, wenn nur die Hitze nicht zu heftig angebracht war. Dass aber in dem letzten Fall schon gleich etwas Luft, und im ganzen viel weniger Wasser erhalten ward, mag wohl theils dadurch erklärt werden, dass diese heftige Hitze früh genug etwas von der reinen Luft des Metalls austrieb, — theils dass sie eine Zerlegung des Wassers veranlasst. Ich will mich aber nun, um soviel weniger mit Muthmassungen über diese Erscheinungen, aufhalten, weil schon ein von dem Hrn Westrumb angeführter Versuch alle diese Anmerkungen über den Hauffen zu werfen scheint. Hr. W. hatte gefunden, dass auch durchgeglühete Zinkblumen, die glühend heiss in der Retorte eingetragen waren, noch Wasser lieferten. Ich bin nicht geneigt an der Richtigkeit der Erfahrung des Hrn Westrumbs zu zweifeln, doch macht die Beschaffenheit der Retorte einen zweifelhaften Umstand. Hr W. sagt, er habe eine neue Retorte genommen. Er sagt aber nicht, wie er sich versichert hat, dass die Retorte vorher keine Feuchtigkeit enthielt. Er sagt nicht, ob er seine Retorte auch kurz vor der Operation wohl ausgeglühet hatte.

Ich hoffe, Hr Westrumb wird mir diese Anmerkungen verzeihen, sie sind gewiss in keiner andern Absicht gemacht, als um Anleitungen zur Erfindung der Wahrheit zu geben. Niemand kann grössere Achtung für Hrn W. und seine um die chemische Wissenschaft so grossen Verdienste haben, als ich.

XXIII.

Versuche und Anmerkungen über das Probieren der Eisenerze auf dem nassen Wege*).

§. 1. Zu erforschen, ob ein Stoff Eisen enthält, und die Menge desselben ausfindig zu machen, hat man kein dienlicheres Mittel, als die sogenannte Blutlauge, entdecken können. Ein Tropfen derselben bewirkt im gesäuerten Eisen eine häufige blaue Farbe, was für andere Stoffe sonst auch beygemischt seyn mögen. Lässt man die Versetzung stehn, so fällt der blaue Stoff zu Boden, und kann von dem darüberstehenden Klaren geschieden werden.

Hält die Auflösung kein anderes Metall, als Eisen, und eine hinreichende Menge Blutlauge wird zugegossen, so muss man aus dem Gewichte des abgeschiedenen und gehörig getrockneten Niederschlages auf die Menge des darinn aufgelöst gewesenen Eisens schliessen können; denn das erstere hat ja zu dem letztern ein unveränderliches Verhältniss, wenn die Blutlauge nach einer gegebenen Weise bereitet ist.

Obgleich die Wahrheit dieser Sätze allgemein anerkannt worden ist, so sind doch gleichwohl streitige Meynungen entstanden, seit man, nach Anleitung derselben, den Eisengehalt eines in Säuren auflöslichen Stoffes zu erforschen angefangen hat. Ja, die vielen ungleichen Meynungen, welche man in den letzen Jahren von dem Verhältnisse des aufgelöseten Eisens, zu den Mengen des niederschlagenen Berlinerblaues, gefasst hat, scheinen zu erkennen zu geben, dass man auf diesem Wege nicht zu einem sichern Ausschlage dürfte gelangen können.

Der von allen Scheidekünstlern sehr vermisste Bergman schlug vor, die Blutlauge durch Digerirendes, im Wasser aufgelöseten, Gewächslaugensalzes, mit einer hinreichenden Menge Berlinerblau, zu bereiten. Mit der auf diese Weise erhaltenen Lauge, fällte er eine Auflösung des Eisens in einer Säure, und fand, dass das Gewicht des erhaltenen Niederschlages zunächst sechsmal soviel, als das Gewicht des aufgelösten Eisens, betrug. Hiernach

*) Crells chem. Annal. 1789. II. S. 325—351.

wurde es ihm nun nicht schwer, den Eisengehalt eines in Säuren auflöslichen Stoffes zu finden, der nicht zugleich ein anderes Metall enthielt. Die Richtigkeit seiner Berechnungsart bekräftigte er durch eine nahe Uebereinstimmung des Gehalts, welchen er solchergestalt auf dem nassen Wege in verschiedenen Eisenerzen gefunden, mit der Menge Eisen, so er aus demselben Erzen durch Schmelzversuche abgeschieden hatte.

Der von Bergman vorgeschlagene Weg wurde von vielen befolgt und für gut erkannt, welche sich mit der Untersuchung der Steinarten beschäftigten, und Niemand hatte dagegen etwas einzuwenden, bis dieser grosse Naturforscher starb.

Herr Wiegleb, einer der erfahrensten Scheidekünstler dieser Zeit, glühete das aus einer Eisenauflösung niedergeschlagene Berlinerblau und fand, dass selbiges dabey ohngefähr die Hälfte von seinem Gewichte verlor und dass die nachgebliebene Hälfte sehr rasch vom Magnete gezogen wurde. Hieraus schloss derselbe, dass dieser Rückstand nichts anders, als metallisches Eisen seyn könnte, und weil er für ausgemacht annahm, dass eine, nach Bergmans Vorschrift bereitete Blutlauge, eine sehr geringe Menge Berlinerblau enthielte, so erklärte er, dass Bergman ein grosses Versehen begangen hätte, indem er angenommen hätte, dass der Eisengehalt dem sechsten Theile des aus der Eisenauflösung niedergeschlagenen Berlinerblaues entspreche, anstatt, dass dies von der Hälfte desselben gelte.

Hrn Wieglebs Angabe erregte die Aufmerksamkeit der Scheidekünstler. Seine Versuche wurden nachgemacht und gebilligt, und sogleich wurde der Gedanke allgemein, Bergman hätte sich sehr versehen. Ja, der unverdrossene Hr. Westrumb, dessen Aeusserung in dieser Sache um so viel grösseres Gewicht hat, als derselbe sehr viele Mühe und Kosten auf die Versuche mit Blutlauge und Berlinerblau verwandt hat, sieht Bergmans Berechnungsart mit Verwunderung und Erstaunen an, und kann nicht einmal einsehn, welche Erscheinung einen so grossen Naturforscher mit Grunde zu einem so unverzeichlichen Irthume habe verleiten können a).

So wenig ich, auf der einen Seite in Zweifel ziehen konnte, dass Bergman wirklich das Verhältniss der Gewichte, so er angegeben hat, gefunden habe, so wenig konnte ich, auf der andern Seite an der Genauigkeit der Herren Wiegleb, Westrumb und mehrerer, bey ihren Versuchen, zweifeln. Aber ihre Schlüsse stritten so sehr gegen Bergmans seine, dass die Wahrheit nicht ausgemacht werden konnte, ohne die Versuche zu wiederholen und zu prüfen. Und weil mir die Sache zu wichtig vorkam, als dass man sie hätte im Dunkeln lassen dürfen, so nahm ich mir einige Versuche vor, deren Ausschlag ich jetzt der Kön. Akad. vorzulegen die Ehre habe.

§. 2. Weil ich nicht anders vermuthen konnte, als dass die Scheidekünstler, welche Bergmans Angabe bestritten hatten, auch seine Versuche nachgemacht und dabey einen verschiedenen Ausschlag gefunden hätten, so stellte ich mir vor, dass die Verschiedenheit zum Theil von der ungleichen Beschaffenheit des Eisens in seinem aufgelöseten Zustande, hergerührt haben könnte. Und da, meines Wissens, noch Keiner erforscht hatte, was für Wirkung ein

---

a) Crells Beytr. z. d. chem. Ann. B. 1. S. 42. ff. und anderwärts. (die Stelle, auf welche eigentlich gezielt zu seyn scheint, steht S. 46. und lautet etwas anders).

mehr oder weniger verkalktes, in Säure aufgelöstes, Eisen auf die Menge der Farbe äussern kann, welche daraus durch Blutlauge niedergeschlagen wird, so wurden folgende Versuche angestellt.

Eine Menge reiner Eisenfeilspäne wurde in verdünnter Vitriolsäure aufgelöset, die Auflösung mit Wasser verdünnt und in mehrere gleiche Theile getheilt.

Ein Theil davon, so ich N. 1. nenne, wurde in einer wohl verschlossenen Flasche, für den Beytritt der Luft verwahrt.

Ein anderer Theil, N. 2., wurde bis zur Trockenheit abgedampft, darauf in reinem Wasser aufgelöset, wieder abgedampft aufgelöset, zum drittenmal zur Trockenheit abgedampft und in diesem Zustande in einem offenen Gefässe, in einem kalten und feuchten Zimmer stehen gelassen, woselbst er allmählig Feuchtigkeit anzog, weil die Säure in einigen Uebermaasse stand.

Ein anderer Theil, N. 3., wurde bis zur Trockenheit abgedampft und darauf im reinen Wasser aufgelöset, die Auflösung aufgekocht und in einer offenen Flasche stehen gelassen.

Nach Verlauf von 6 Wochen wurde N. 2. aufgelöset, und alle 3 Auflösungen wurden mit so vielem Wasser verdünnt, dass selbige gleiche Räume einnahmen. Darauf wurde zu jeder derselben, wenig auf einmal, von einer nemlichen (aus Weinsteinsalz und Berlinerblau bereiteten) Blutlauge gegossen, bis von neu hinzugegossener kein Niederschlag mehr bewirkt wurde. Ein wenig Vitriolsäure wurde ab und zu zugegossen, so dass der saure Geschmack stets hervorstach.

Hiebey wurde bemerkt, dass jede von den Auflösungen eine völlig gleich grosse Menge Blutlauge annahmen, ehe sie Niederschläge zu geben aufhörten *).

Nachdem die Feuchtigkeiten klar geworden waren, wurden sie abgehellet, und der Niederschlag verschiedene male mit Wasser ausgelaugt, auf Seyhepapier gethan, und in einem etwas feuchten Zimmer an die freye Luft zum Trocknen gestellt. Nach acht Tagen fand sich, dass N. 1. 595, N. 2. 602, und N. 3. 612, auf 100 Theile aufgelöstes metallisches Eisen wogen Aber dieser Unterschied rührte allein von den ungleichen Stuffen der Trocknung her: denn

*) Während dem Fällen wurde eine augenscheinliche Verschiedenheit an der Farbe der Niederschläge bemerkt; N. 1. hatte ein unreines grünliches Ansehn; N. 2. ein mattes hellblaues, etwas ins Grüne fallendes, und N. 3. eine hohe dunkelblaue Farbe. Die grünliche Farbe bey N. 1. und 2. konnte nicht vom eingemengten freyen Eisenkalke herrühren, weil Säure im Uebermasse zugegen war. Dagegen scheint das Berlinerblau kein schönes hochblaues Ansehn erhalten zu können, ehe es dahin gelangt ist, sich mit einer hinreichenden Menge reiner Luft zu vereinigen. Die Auflösung N. 3. enthielt das am mehrsten verkalkte Eisen, und hatte folglich eine grössere Menge reiner Luft gebunden, als N. 1. und 2, daher selbige auch zugleich die schönste Farbe gab; aber nachdem alle drey Niederschläge auf dem Seyhepapier der Wirkung der Luft ausgesetzt gewesen waren, so erhielt jede derselben die gewöhnliche schöne Farbe des Berlinerblaues im gleich hohen Maasse. Wird frisch bereitete Blutlauge zu einer ganz frischen und mit aufgekochtem Wasser verdünnten Eisenauflösung gegossen, so erhält man einen beynahe celadongrünen Niederschlag, welcher in einer verschlossenen Flasche unveränderlich bleibt, aber, wenn man der freyen Luft einen Zutritt verstattet, bald an der Oberfläche eine volle blaue Farbe erhält. Wenn die Versuche im Kleinen angestellt werden, so erhält das gefällte Berlinerblau allezeit seine volle Farbe, nachdem es auf dem Seyhepapiere getrocknet ist, weil es der Luft eine hinlängliche Oberfläche darbietet, welches nicht geschieht, wenn das Berlinerblau in grossen Mengen verfertiget wird.

nachdem alle Niederschläge in ein warmes und trocknes Zimmer gebracht waren, so fand sich, dass ihr Gewicht eine merkliche Abnahme erlitt, und nach Verlauf einiger Tage, hatten sie alle zunächst einerley Gewicht von ohngefähr 550 auf 100 Theile des aufgelösten Eisens. Wie sie darnach vier und zwanzig Stunden einer Wärme von 70—80 Grad ausgesetzt waren, so fand sich, dass sie sämmtlich ohngefähr 540 aufs Hundert wogen, welches Gewicht sie darnach in einer trocknen Luft, bey einer Wärme von 17 Graden, unverändert behielten. Aber in einer feuchten Luft nahmen sie allmählig wieder am Gewichte zu, welches zuletzt von 590 bis 600 aufs Hundert stieg.

Hieraus sah ich, dsss die verschiedenen Stuffen der Feuchtigkeit der Luft eine beträchtliche Verschiedenheit im Ausschlage bewirken, wenn man die Gewichte dieser Niederschläge erforschen will; dahingegen das Gewicht, so die Niederschläge erhalten, wenn sie eine hinlängliche Zeit einer trocknen und klaren Luft ausgesetzt gewesen sind, ziemlich beständig ist, und am schnellsten erhalten wird, wenn sie einer starken Digerirwärme ausgesetzt werden.

Ich habe diese Versuche nachher mit in Vitriolsäure, Salzsäure und Königswasser aufgelösten Eisen wiederholt und allezeit gefunden, dass das daraus niedergeschlagene Berlinerblau zunächst 540 aufs Hundert gegen das Eisen gewogen hat, wenn es lange genug einer Wärme von 17 bis 20 Graden ausgesetzt, und dabey der Himmel klar und die Luft im Zimmer trocken gewesen ist.

Den nemlichen Ausschlag erhielt ich, wie zur Fällung des Eisens Blutlaugen gebraucht wurden, welche mit verschiedenen Verhältnissen von Laugensalz und Berlinerblau bereitet waren. Bergman schlägt vor, auf ein Theil Berlinerblau ein Viertheil Laugensalz zu nehmen, so durch Verpuffen gleicher Theile Weinstein und Salpeter erhalten wäre. Zu meinen Versuchen gebrauchte ich gewöhnlich Weinsteinsalz und veränderte die Verhältnisse von $^1/_8$, $^1/_4$ bis $^1/_2$ desselben gegen einen Theil feines Berlinerblau, fand aber keinen Unterschied in der Menge des Niederschlages; auch nicht, wie mein Laugensalz vorher, durch zugesetzten ungelöschten Kalk, ätzend gemacht war.

Ich hielt mich also berechtigt, zu schliessen, dass man, nach einem, aus einer Eisenauflösung vermittelst der erwähnten Blutlauge, gewonnenen Niederschlage, nachdem derselbe auf die eben beschriebene Weise getrocknet worden, den Eisengehalt der Auflösung mit ziemlicher Genauigkeit ausrechnen könnte, und dass 540 Theile des erstern zu erkennen gäben, dass 100 Theile metallisches Eisen aufgelöset gewesen wären.

Bergman fand, dass ein Theil Niederschlag $^1/_{5,9}$ Theil Eisen entsprach, welches Verhältniss nach meinen Versuchen eintrift, wenn das Trocknen in einer feuchten Luft geschehen ist. Aber obgleich ein stärker getrockneter Niederschlag ein geringeres Gewicht hat, so findet doch ein jeder, dass auch dieser Unterschied bey weiten nicht hinreichend ist, die Beschuldigungen zu verantworten, welche Hrn Bergman gemacht sind.

§. 3. Hierauf nahm ich mir vor, das Verhalten des niedergeschlagenen Berlinerblaues in der Glühhitze und dessen Eisengehalt zu untersuchen.

Eine Menge Berlinerblau, welche auf vorerwähnte Weise aus einer Auflösung von 100 Theilen metallischen Eisens niedergeschlagen war, wurde in einem Tiegel gethan, bis zum völligen Glühen erhitzt, und darauf kalt werden gelassen, worauf es 298 Theile wog. Es

hatte eine schwarze Farbe und wurde rasch vom Magnet gezogen. Dieses wurde wieder in den Tiegel gethan, eine Viertelstunde geglüht und wog darauf 286 Theile. Nach einem zum drittenmale wiederholten Glühen hatte das Gewicht bis auf 277 Theile abgenommen.

Eine andere eben so grosse Menge von dem nemlichen Berlinerblaue wurde in einen offenen Tiegel gethan und 20 Minuten im starken hellrothen Glühen gehalten, worauf ihr Gewicht 288 betrug. Es verhielt sich übrigens wie das ebenerwähnte.

Hieraus erhellet, dass ein länger oder kürzer fortgesetztes Glühen, dessen verschiedene Stuffen und der Beytritt der Luft, Verschiedenheiten am Gewichte des gebrannten Berlinerblaues verursachen, und da das Urtheil der Augen von den Stuffen des Feuers ziemlich unsicher ist, so ward auch dieser Weg, zur Berechnung der Menge des Eisens nicht sehr zuverlässig. Die Herren Wiegleb, Westrumb und Klaproth haben auch, vermuthlich aus dieser Ursache, nicht das nemliche Verhältniss zwischen den Gewichten des getrockneten und geglüheten Berlinerblaues gefunden.

Aus den angeführten Versuchen folgt ferner, dass das geglühete Berlinerblau kein reines metallisches Eisen seyn kann, denn die Metalle nehmen beym Verkalken am Gewichte zu; dahingegen bey einem fortgesetzten Brennen dieses Stoffes eine Abnahme augenscheinlich war. Es erhellet also deutlich, dass das Eisen, oder dessen Kalk, hier mit einem Stoffe vereinigt war, welcher durch die Wirkung des Feuers und der Luft verflog. Aus des tiefsinnungen Scheele vortrefflichen Zerlegung des Berlinerblaues ist es bekannt, dass dieser Stoff hauptsächlich aus Eisen besteht, das mit flüchtigem Laugensalze und Kohlenstoff vereinigt ist; und da schon der Geruch deutlich eine Scheidung des flüchtigen Laugensalzes verräth, sobald Berlinerblau einer zu starken Hitze ausgesetzt wird, so ist es natürlich zu schliessen, dass das geglühete Berlinerblau Eisen mit Kohlenstoff vereinigt enthält. Es wird wenig oder gar nicht von der Salzsäure angegriffen, aber beynahe ganz und gar durch Digeriren vom Königswasser aufgelöset, und lässt eine sehr geringe Menge eines Reissbleyähnlichen Stoffes unaufgelöset zurück. Der grösste Theil des Kohlenstoffes wird vermuthlich bey dieser Vorrichtung durch die Salpetersäure zerstört.

Durch folgende Versuche glaubte ich den Eisengehalt des Berlinerblaues am bequemsten erforschen zu können. Ein Berlinerblau, so ich durch die Fällung von 100 Theilen in Säure aufgelöseten Eisens erhalten hatte, wurde in einen glühenden Tiegel, und Salpeter dazu, wenig auf einmal, gethan, bis keine Verpuffung mehr entstand. Hierzu wurden 472 Theile Salpeter verbraucht. Auf den im Tiegel gebliebenen Rückstand wurde Wasser gegossen, das Laugensalz ausgelauget, und das Uebrige, so wie Eisenkalk aussah, auf ein Seyhezeug gethan, in der Wärme einer Stube in trockener Luft getrocknet, und es wog darauf 279 Theile. Dieses wurde eine Viertelstunde geglühet und wog sodann 258 Theile.

Aus diesem Versuche konnte nicht auf den Gehalt des Berlinerblaues am metallischen Eisen geschlossen werden, ehe das Verhältniss zwischen dem Gewichte dieses Metalles und seines Kalkes bekannt war. Ich machte mir anfänglich wenige Hoffnung eines Fortganges in der Erforschung dieses Verhältnisses, welches allgemein für sehr veränderlich angesehen wird; indessen wollte ich doch durch einige Versuche ausfindig machen, ob keine Grenze für die Veränderung angegeben werden könnte.

Das Eisen wurde in Vitriolsäure und Salzsäure aufgelöset, und durch verschiedene Laugensalze niedergeschlagen, der Niederschlag ausgelaugt, auf ein Seyhezeug gethan, getrocknet und gewogen. Die Ausschläge dieser Versuche habe ich, der Kürzer halber, in folgender Tafel aufgesetzt. In derselben zeigt die erste Spalte das Gewicht des, aus einer Eisenauflösung niedergeschlagenen Kalkes, nachdem solcher in einem Zimmer getrocknet worden ist, bis die Abnahme dessen aufzuhören schien *). Die zweyte Spalte zeigt das Gewicht der nemlichen Kalke, nachdem selbige vier und zwanzig Stunden einer Wärme von 70 bis 80 Graden ausgesetzt gewesen sind. Die dritte Spalte gibt zu erkennen, was die Kalke wogen, nachdem sie eine Viertelstunde in einem Tiegel völlig geglühet waren.

	Gewicht der Eisenkalke.		
	Nach dem Trocknen in mittlerer Wärme.	Nach dem Trocknen bey 70—80 Graden.	Nach dem Glühen.
1) 100 Theile Eisenfeilspähne, in Vitriolsäure aufgelöst, und durch ätzendes Gewächslaugensalz niedergeschlagen, gaben . . .	171	—	142,6
2) 100 Theile Eisenfeilspähne, in Salzsäure aufgelöst, und durch ätzendes Gewächslaugensalz niedergeschlagen, gaben . .	173	167,4	142,2
3) 100 Theile Eisenfeilspähne, in Vitriolsäure aufgelöst, und durch gewöhnliches Weinsteinsalz niedergeschlagen, gaben . .	199	—	144,5
4) 100 Theile Eisenfeilspähne, in Vitriolsäure aufgelöst, durch Weinsteinsalz niedergeschlagen und gewogen, sobald der Niederschlag ein trocknes Ansehen erhalten hatte . . .	257	—	—
5) 100 Theile Eisenfeilspähne, in Salzsäure aufgelöst, und durch Weinsteinsalz niedergeschlagen	201	169,3	142,8
6) 100 Theile Eisenfeilspähne, in Vitriolsäure aufgelöset, und durch angeschossenes Sodasalz niedergeschlagen, gaben .	181,5	—	142,4

*) Der niedergeschlagene, ausgelaugte und auf dem Seyhezeuge gesammelte Eisenkalk erhält bald ein trocknes Ansehn, fährt aber gleichwohl mehrere Tage hindurch fort, am Gewichte abzunehmen. Ob ich gleich zu jedem Versuche nicht mehr, als 0,04 Loth Eisenfeilspäne angewandt habe, so vergingen doch oft 8 Tage, ehe der auf dem Seyhezeuge gesammelte Kalk sein kleinstes Gewicht erhielt. Der durch Weinsteinsalz gefällte, trocknete gemeiniglich am langsamsten, und der Kalk, welcher bey dem Versuche N 8. erhalten wurde, trocknete merklich schneller, als irgend einer von den andern. Die Ursache dieser Erscheinung scheint in einer allmählig fortfahrenden Verwechslung der Bestandtheile des Eisenkalks zu stecken. Die demselben anhängende Feuchtigkeit scheint sich nicht eher scheiden zu wollen, als die reine Luft eingesogen worden ist. Das Weinsteinsalz hält vermuthlich einen geringen Theil öhligten Stoffes, welcher sich bey der Fällung an den Eisenkalk hängt, und dessen Vermögen, reine Luft einzusaugen, schwächt.

	Gewicht der Eisenkalke.		
	Nachdem Trocknen in mittlerer Wärme.	Nachdem Trocknen bey 70—80 Graden.	Nachdem Glühen.
7) 100 Theile Eisenfeilspähne, in Salzsäure aufgelöst, und durch Sodasalz niedergeschlagen, ...	192	173,2	144,1
8) 100 Theile Eisenfeilspähne, in Vitriolsäure aufgelöset, und durch Sodasalz niedergeschlagen, welches vorher mit entbrennbarter Salzsäure geschwängert war, gaben	204	171,5	142
		170,3	142,9

Aus diesen Versuchen sieht man, dass das Gewicht der auf verschiedene Weise niedergeschlagenen Eisenkalke sehr abweicht, wenn solche nur in einer Mittelwärme getrocknet werden, aber dass es beynahe übereins ausfällt, wenn selbige einer Wärme von 70 bis 80 Graden ausgesetzt worden sind und sodann beynahe mit dem Gewichte des Kalks überein kömmt, welcher durch ätzendes Laugensalz niedergeschlagen worden ist. Hieraus scheint zu folgen, dass die Luftsäure, welche sich bey der Fällung durch die mildern Laugensalze an den Eisenkalk gehängt hat, demselben ganz lose anhängt.

Eben so war die Uebereinstimmung zwischen den Gewichten sehr gross, nachdem die Kalke der Glühhitze ausgesetzt worden waren. Ich glaubte daher berechtigt zu seyn, diese zwey Zustände der Eisenkalke als unveränderlich anzusehen, wenn der an freyer Luft getrocknete seine höchste Stuffe der Trockenheit erhalten hat, und wenn derselbe wohl durchgeglühet worden ist. Im ersten Zustande entsprechen 170 Theile und im letztern 143 Theile, 100 Theilen metallischen Eisens *).

Der durch die Verpuffung des Berlinerblaues mit dem Salpeter erhaltene Eisenkalk wog nachdem er an der Luft getrocknet war, 279 und, nachdem er durchgeglühet war, 258. Da das Verhältniss 279 : 258 aber viel kleiner ist, als 170 : 140, so glaubte ich, dass die in diesem Kalke eingemischten fremden Stoffe solchen Unterschied hätten bewirken können. Das durch gewöhnliche Blutlauge niedergeschlagene Berlinerblau enthält, nach Hrn Westrumbs Versuchen, sowohl Alaunerde als Phosphorsäure, und ob diese beyden Stoffe gleich, nach dem Verpuffen, von dem freygewordenen Laugensalze mehrentheils daraus geschieden sind, so mogte sich doch eine geringe Menge derselben annoch an den Eisenkalk gehängt haben. Diese unbedeutende Beymischung, welche vor sich allein weder das Gewicht des Kalks merklich vermehret, noch durch ihre Anziehung zur Feuchtigkeit, aus der Luft, einen Zuwachs am

*) Dieser Schluss scheint gegen die Versuche zu streiten, welche Hr. Rinman (Geschichte des Eisens Th. 2. S. 175.) mit den aus verschiedenen Eisenauflösungen niedergeschlagenen Kalken angestellt hat. Nachdem diese auf Scherben einer gewissen Stuffe der Hitze ausgesetzt, jedoch nicht geglühet waren, so wurden ihre Gewichte übereinstimmig befunden, aber nur 132 aufs Hundert, gegen das Gewicht des metallischen Eisens; folglich viel geringer, als die von mir im Tiegel wohl durchgeglüheten Kalke.

Gewicht verursachen konnte, konnte doch in der Glühhitze eine grössere Menge Wasser hartnäckig fest halten. Den geglüheten Kalk, welcher 258 wog, sah ich also an, als wenn er mehr Stoff enthielt, als 143 aufs Hundert, seines metallischen Eisens; dahingegen ich für wahrscheinlich hielt, dass der bloss getrocknete Eisenkalk, welcher 279 wog, zunächst 170 aufs Hundert des im Berlinerblau befindlichen metallischen Eisens entspreche. Nimmt man dieses an, so ist der ganze Eisengehalt des Berlinerblaues $= \frac{279 \cdot 100}{170} = 164$.

Wenn nun, diesem zufolge, 540 Theile getrockneten Berlinerblaues, oder des Niederschlages, so man erhält, wenn 100 Theile metallisches Eisen in Säuren aufgelöset sind, und durch die gewöhnliche Blutlauge niedergeschlagen worden, 164 Theile reines Eisen enthalten, so folgt daraus deutlich, dass 64 Theile desselben von der Blutlauge selbst hergekommen sind. Also würde sich auch die Menge Berlinerblau, welche bey der Fällung duch die Vereinigung des Eisens mit dem reinen Blutlaugenstoffe entsteht, zu der vorher in der Blutlauge aufgelöst gewesenen, und zugleich mit niederfallenden Menge Berlinerblau, wie 100 : 64 verhalten.

§. 4. Um von der Wahrheit dieses Schlusses überzeugt zu werden, hielt ich für nöthig, die Menge sowohl des Berlinerblaus, die in der Blutlauge aufgelöst ist, als auch die, welche bey der Scheidung des Eisens aus seiner sauren Auflösung und Vereinigung mit reinem Blutlaugenstoffe entsteht, geradezu abzumessen.

Zu dem Ende wurde so viele Blutlauge abgemessen, als 100 Theile, in Säure aufgelöstes Eisen zu fällen nöthig waren. Zu derselben wurde etwas mehr Vitriolsäure gegossen, als zur Sättigung des in die Blutlauge eingehenden Laugensalzes erfordert wurde. Darauf wurde selbige mit Wasser verdünnt und gekocht, bis die Hälfte verdunstet war, und darauf zum Klarwerden hingestellt, da sich denn alles Berlinerblau zu Boden setzte *). Dieses wurde mit reinem Wasser ausgelaugt, auf ein Seyhepapier gethan und in der Wärme getrocknet, da es denn 226 wog.

Daneben wollte ich Berlinerblau aus einer Eisenauflösung durch eine ganz eisenfreye Blutlauge niederschlagen. Eine solche Lauge erhielt ich, als eine gewöhnliche Blutlauge mit einer hinreichenden Menge Vitriolsäure in eine Retorte gegossen wurde, vor welche eine Vorlage mit in Wasser aufgelösten ätzendem Gewächslaugensalze vorgelegt war. Bey angestellter Uebertreibung ging der reine Blutlaugenstoff über und wurde von den laugensalzigen Lauge eingesogen **). Die solchergestalt erhaltene eisenfreye Blutlauge wurde zu einer Auf-

---

*) Wenn Blutlauge, mit zugegossener Säure, nur in Digerirwärme gestellt wird, so wird das aufgelöste Berlinerblau wohl nach und nach herausgeschieden, aber man kann auf diese Weise schwerlich alle Farbe herausscheiden. Ueberdem findet sich hiebey die Unbequemlichkeit, dass die, in der Feuchtigkeit hervorstechende, Säure einen Theil Berlinerblau zerstört und dessen Eisen auflöst. Die Verdünstung eines Theils des Wassers scheint auch nothwendig erfordert zu werden, ehe aller freyer Blutlaugenstoff abgetrieben werden kann. Ich hielt es daher für das sicherste, den Blutlaugenstoff durch Kochen abzutreiben.

**) Diese Vereinigung schmeckt ätzend und äussert die Gegenwirkungen eines Laugensalzes, wie vieler Blutlaugenstoff in dieselbe auch eingehen mag. Sie ist nicht viel mehr, als eine mechanische Mengung, welche durch blosses Kochen zerstört werden kann. Hieraus scheint zu erhellen, dass der Blutlaugenstoff den Namen einer Säure nicht verdient, welcher demselben gleichwohl allgemein zugeeignet worden

lösung von 100 Theilen Eisen in Vitriolsäure gegossen, da dann ein sehr schönes Berlinerblau ausgeschieden wurde. Nachdem alles Eisen niedergeschlagen war, wurde der Niederschlag ausgelaugt und getrocknet (das Trocknen geschah im demselben Zimmer, und zu derselben Zeit, wie das Trocknen des eben vorher erwähnten Blutlaugenniederschlages), worauf er 360 wog.

Vergleicht man die Ausschläge der eben angeführten Versuche, so findet man, dass sich das Berlinerblau, so bey der Scheidung des Eisens aus seiner Auflösung und Vereinigung mit reinem Blutlaugenstoffe abgeschieden wird, zu dem, so in einer entsprechenden Menge gewöhnlicher Blutlauge aufgelöst gefunden wird, wie 360 : 226, oder 100 : 63 verhält. Dies Verhältniss kömmt mit dem so ich zuvor §. 3.) aus andern Versuchen wie 100 : 64 berechnet habe, so nahe überein, dass ich an ihrer nahen Uebereinstimmung mit der Wahrheit nicht zweifeln konnte *).

Ich schliesse also hieraus, dass 540 Theile völlig getrocknetes Berlinerblau nicht mehr als ohngefähr 163 bis 164 Theile metallisches Eisen enthalten, und diejenigen sich geirret haben, welche glauben, dass das Eisen das halbe Gewicht des Berlinerblaues ausmache. Ja ihr Irrthum wird desto grösser, wenn sie diesen ganzen grossen Gehalt, der Auflösung des Eisens in der Säure zueignen wollen, in soferne Hrn Wettrumbs letzte Versuche deutlich zeigen, dass alle ihre gereinigten Blutlaugen noch eine grosse Menge Eisen, oder Berlinerblau, aufgelöset halten, welches bey der Fällung der Eisenauflösung zugleich mit niederfällt, und das Gewicht des Niederschlages vermehrt **).

(Anmerkung.) Wie trefflich eine ganz eisenfreye Blutlauge auch ist, wenn man die Gegenwart des Eisens in einer sauren Auflösung entdecken will, so beschwerlich ist die Anwendung derselben, wenn man die Menge des Eisens erforschen will. Es ist sehr schwer zu

---

ist. (Auch die französischen Verfasser der „Nouvelle Nomenclature Chimique“, welche keinen Stoff anerkennen wollen, dessen Daseyn nicht handgreiflich ist, räumen dem Blutlaugenstoffe eine Stelle unter den Säuren ein, nnd nennen seinen unbekannten Grundtheil radical prussique.) Es wäre auch sehr besonders, wenn ein Stoff, dessen Hauptbestandtheile flüchtiges Laugensalz nnd Kohlenstoff sind, eine saure Beschaffenheit haben konnte, nachdem es durch die Erfahrung der neuesten Zeiten sehr wahrscheinlich wird, dass die reine Luft als ein Bestandtheil in alle Säuren eingeht. Auch wird diese Meinung dadurch nicht wahrscheinlich, dass das feuerfeste Laugensalz in der gewöhnlichen Blutlauge mittelsalzig geworden ist; denn diese Lauge enthält eine Vereinignng dreyer Stoffe, des Blutlaugenstoffs, feuerbeständigen Laugensalzes und Eisens, welche zusammen eine seifenartige Mischung ausmachen und stärker zusammenhängen, als zwey und zwey derselbe, wie sie auch fast vereiniget seyn mögen. Aber der Blutlaugenstoff vor sich allein besitzt keine von den Eigenschaften, welche die Säuren als Merkmale auszeichnen.

*) Ich wage jedoch nicht mit Gewissheit zu behaupten, dass das jezt angegebene Verhältniss mit Vollkommenheit bestimmt sey; denn das aus der Blutlauge, durch blosse Säure, geschiedene Berlinerblau hat allezeit eine blasse blaue Farbe und ein mattes Ansehen; dahingegen das niedergeschlagene mit einer dunkelblauen ins Violette fallende Farbe glänzt. Wenn aber diese Verschiedenheit auch von einem in verschiedenem Verhältnisse eingehenden Eisengehalt herrührt, so kann die daher entstandene Fehlrechnung doch nicht von Bedeutung seyn.

**) (Phys. chem. Abhandl. B. 2.) Ich kann die Ursache nicht einsehen, warum Hr. Westrumb nicht zugeben will, dass die Blutlauge Berlinerblau aufgelöst enthalte, da er gleichwohl die Bestandtheile des Berlinerblaues, als in die Blutlauge eingehend angibt.

wissen, wie vieler Blutlaugenstoff in einer solchen Lauge befindlich ist. Ist dieser Stoff in zu grosser Menge zugegen, so geht der Ueberschuss eine Art von Vereinigung mit der Säure ein, und löset einen Theil des niedergeschlagenen Berlinerblaues auf. Dieses kann wieder zum Theil abgeschieden werden, wenn ein wenig reines Laugensalz zugethan wird, aber der freye Blutlaugenstoff behält noch etwas aufgelöst, so nicht ausgeschieden wird, ehe man die Feuchtigkeit zum Kochen bringt. Ich halte die gewöhnliche, aus feuerbeständigem Laugensalze und Berlinerblau bereitete Blutlauge daher für viel dienlicher zu diesen Versuchen. Sie lässt sich sowohl mit der wenigsten Schwierigkeit bereiten, als sie auch den sichersten Ausschlag gibt.

§. 5. Da der Unterschied im Gewichte des Niederschlags, welcher von der stärkern oder geringern Trockenheit der Luft herrührt, bey genauen Versuchen eine beträchtliche Schwierigkeit machen kann, und überdem oft manche Beschwerden beym Auslaugen des niedergeschlagenen Berlinerblaus und Sammlen desselben auf dem Seyhepapier sich finden, so will ich hier eine Weise zur Erforschung des Eisengehalts vorschlagen, welche die gewöhnlichen Auswege sowohl an Sicherheit, als an Leichtigkeit, übertrift. Ich meyne, anstatt den Niederschlag zu wägen, die zur Fällung erforderliche Menge Blutlauge abzumessen.

Hiebey ist es nöthig, dass die Beschaffenheit der Blutlauge genau bestimmt sey. Eine gegebene Menge feuerbeständiges Laugensalz kann vom Berlinerblau nicht mehr als eine gewisse Menge Blutlaugenstoff scheiden, und diese Vereinigung löset nur eine gewisse Menge unzerlegtes Berlinerblau auf. Die Stärke der Blutlauge wird also nicht verändert, wenn man bey der Bereitung derselben zu vieles Berlinerblau nimmt. Aber die Hauptsache beruhet auf der Reinigheit des Laugensalzes, welche leicht erforscht wird, wenn man zusieht, wie viele Vitriolsäure zur Sättigung desselben erfordert wird, worauf die Stärke der Vitriolsäure leicht erforscht wird, wenn man selbige mit luftsäurehaltiger Bittersalzerde sättiget, als welche man stets zunächst von gleicher Beschaffenheit haben kann.

Zu meiner Blutlauge gebrauchte ich ein Weinsteinsalz, von welchem ein Theil so viele Vitriolsäure sättigte, als 0,564 Theile luftsäurehaltige Bittersalzerde (welche vorher einer klaren Luft bey einer Wärme von 17 Graden ausgesetzt gewesen war) auflösen konnten. Ein Loth dieses Laugensalzes wurde mit 2 Loth feinem Berlinerblau und 16 Loth Wasser gemengt. Dies Gemenge wurde eine halbe Stunde digerirt und darauf eine halbe Stunde im Kochen erhalten, aufs Seyhepapier gegossen, und mit siedendheissem Wasser ausgelauget, bis die durchgeseyhete klare Lauge, nach dem Abkühlen, einen gleichen Raum mit 27 Loth Wasser einnahm.

Von dieser Blutlauge wurde zur Zeit ein wenig zu einer Eisenauflösung, (welche 1 Theil Eisenfeilspähne in verdünnter Vitriolsäure aufgelöst enthielt), mit einem Ueberschusse von Säure, gegossen, bis keine Fällung von aufs neue zugegossener Lauge bemerkt wurde. Hierzu gingen 187 Maasse auf. (Unter einem Maasse verstehe ich den Raum, welchen ein Theil Wasser einnimmt.)

Hieraus erhellet, dass, wenn für Fällung einer gegebenen Eisenauflösung, a Maasse dieser Lauge aufgehen, ihr Gehalt an metallischen Eisen sodann $\frac{a}{187}$ Theile sey.

Auch ist es sehr leicht, hieraus den Eisengehalt zu berechnen, wenn man sich, bey der Bereitung der Blutlauge eines andern Gewächslaugensalzes bedient, falls man nur das

nemliche Verhältniss von Wasser dabey beobachtet. Vermag ein Theil Laugensalz so viele Vitriolsäure zu sättigen, als m Theile luftsäurehaltige Bittersalzerde, so ist die Menge Blutlauge, welche zur Fällung eines Theils Eisen erfordert wird, $= \frac{187 + 0{,}564}{m}$ Maassen, und der Eisengehalt, welcher a Maassen dieser Lauge entspricht, ist $= \frac{a\,m}{187 + 0{,}564} = \frac{a\,m}{105}$.

Diese Weise, den Eisengehalt zu erforschen, ist um so viel sicherer, als von der eben beschriebenen Blutlauge eine sehr grosse Menge gegen das aufgelöste Eisen erfordert wird; ein geringer Irrthum beym Messen der verbrauchten Blutlauge hat also einen sehr unbedeutenden Einfluss auf den Ausschlag. Die Nothwendigkeit, das anzuwendende Laugensalz hier vorher zu prüfen, kann auch mit keiner Schwierigkeit von Bedeutung verbunden seyn. Eine geringe Menge Vitriolsäure wird mit vielem Wasser verdünnt. Von dieser verdünnten Säure wird zur Zeit ein wenig zu einem Theile Laugensalz gegossen, bis man durch Gegenwirkungspapier findet, dass weder die Säure noch das Laugensalz die Oberhand hat. Darauf thut man zu einer eben so grossen Menge, der nemlichen Säure, luftsäurehaltige Bittersalzerde und deren Menge macht den Werth von m in der obererwähnten Formel aus.

(Anmerkung.) Wenn von dem Metallgehalt eines Eisenerzes die Frage ist, so hoffe ich, dass die eben angeführte Weise einen zuverlässigen Ausweg, selbigen ausfindig zu machen, geben werde. Will man aber die Zerlegung eines mineralischen Stoffes anstellen, welcher Eisen in kalkförmiger Gestalt enthält, so kann man aus den gefundenen metallischen Eisengehalte noch nicht sogleich wissen, welche einen grossen Theil des untersuchten Stoffes der Eisenkalk ausmachte. Die nemliche Unvollkommenheit findet sich annoch fast bey allen Zerlegungen von Erd- und Steinarten. Wenn eine Erdart in einer Säure aufgelöset und aus derselben niedergeschlagen ist, so enthält selbige wenigstens eine beträchtliche Menge Wasser, wenn sie gleich an der Luft getrocknet ist. Aus ihrem derzeitigen Gewichte, kann ich nicht auf das Gewicht schliessen, so dieselbe Erdart hatte, wie sie, vor der Auflösung, mit andern Stoffen vereinigt war, wenn ich nicht ihren Wassergehalt in diesem Zustande weiss. Und ich mögte mich eben so sehr betrügen, wenn ich ihr rechtes Gewicht dadurch zu finden glaubte, dass ich ihren Wassergehalt durch starkes Glühen, u. s. w. auszutreiben suchte. Diese Zweifel scheinen durch die vollkommenen Zerlegungen von Steinarten, welche die berühmtesten Scheidekünstler angestellt haben, gehoben zu werden, nach welchen das ganze Gewicht des untersuchten Stoffes wiedergefunden ist, nachdem die Gewichte sämmtlicher herausgebrachter Bestandtheile zusammengenommen sind. Aber, dessen ungeachtet, haben schon mehrere vor mir an der Möglichkeit dieser Vollkommenheit gezweifelt *). Ein Glücksfall konnte machen, dass man, was auf ein Bestandtheil zu viel gerechnet worden ist, an einen andern verloren hat, und also die Summe richtig ausgefallen ist.

So lange die chemische Zerlegung noch nicht zu der Vollkommenheit gelangt ist, dass man bey allen Gelegenheiten die Menge der feinsten Bestandtheile, des Wassers, der Luft u. a.

---

*) Hieher kann ich die Aeusserungen in Hrn Saussure *Voyages dans les Alpes* T. II. 4. 714. Anm. und Crells chem. Annal. 1786. S. 518. rechnen.

angeben kann, so thut man am besten, wenn man sich nicht darum bekümmert, ob die ausgefundenen Bestandtheile zusammengenommen das ganze Gewicht des untersuchten Stoffs ausmachen, oder nicht. Es kann inzwischen genügen, wenn man die Menge der Theile in andern unveränderlichen Zuständen weiss. Der Metallgehalt eines Steines ist bestimmt, wenn man weiss, wie viel wiederhergestelltes Metall aus dem in demselben eingehenden Kalke erhalten werden kann, und von dem Gehalte desselben an Erdarten, habe ich eine gute Meinung, wenn ich weiss, wie viel jede der in demselben steckenden einzelnen Erdarten wäget, wenn selbige mit so vielem Wasser, oder Luftsäure etc. vereinigt ist, als selbige bey einer gegebenen Stuffe der Wärme und Feuchtigkeit der Luft bey sich zurückhalten kann u. s. w.

XXIV.

Von dem Vermögen des Kupfers, das Zinn aus seinen Auflösungen in der Weinsteinsäure zu fällen *).

Bekanntlich kann kein Metall von einer Säure aufgelöset werden, ehe es nicht in Kalkgestalt gebracht ist, und es wird aus der Auflösung geschieden, sobald es seine metallische Beschaffenheit wieder erhält, wenn nemlich ein anderes Metall zugesetzt wird, welches nach einer gewissen Ordnung geneigter ist, aufgelöst zu werden. — So sicher dieses auf Erfahrungen gegründet ist, so scheinen doch zuweilen Erscheinungen dagegen zu streiten. Von der Art ist die wechselseitige Fällung, welche das Zinn und das Kupfer in gewissen Fällen verursachen. Das gesäuerte Kupfer wird durch zugesetzes Zinn, als Metall gefällt, und die Säure hält zuletzt Zinn allein aufgelöst. Dagegen wird nach der gewöhnlichen Erfahrung der Handwerker, das Zinn wirklich als Metall bey dem Weisssieden auf Kupfer gefällt, wenn beyde zusammen in einer Weinsteinauflösung gekocht werden.

Da das vorher aufgelöste, also verkalkte Zinn metallisch gefällt wird, so sollte man glauben, dass das Kupfer solches beym Weisssieden wieder herstelle, indem es aufgelöst wird. Wie ich ohnlängst, aber in Gesellschaft mit Hrn J. G. Gahn einige Weisssiedungsversuche anstellte, so fanden wir, wieder Vermuthen, kein Zeichen vom aufgelösten Kupfer, nachdem das Kupfer mit einer Zinnhaut überzogen war. Den Grund dieser mir zur Zeit nicht erklärlichen Erscheinung, suchte ich nachher durch Versuche zu erforschen.

1) In einer Auflösung von $^1/_2$ Loth Weinsteinrahm, in Wasser, verlor ein Stück Blattzinn in einigen Tagen bey Digerirwärme, 0,005 Loth von seinem Gewichte. Eine Kupferplatte, welche sechs Stunden in jener Auflösung digerirt wurde, verlor 0,0006 Loth, hatte aber darauf ihre Farbe nicht weiter verändert, als dass ihre Oberfläche etwas matter vom

*) Crells chem. Annal. 1790 I. S. 260—269.

verkalkten Kupfer angelaufen war. Wie die Auflösung darnach mit Eisen gekocht wurde, so wurden sowohl Zinn als Kupfer, metallisch auf das Eisen gefällt.

2) In aufgelöster Weinsteinsäure verhielten sich diese Metalle beynahe völlig auf die nemliche Art.

3) Zu einer Auflösung von Zinn in Königswasser, wurde weinsteinsaures Alkali gethan, worauf das Zinn mit der Weinsteinsäure niederfiel. Von diesem ausgesüssten und getrockneten Niederschlage, wurde $^7/_{10}$ Loth 3 Stunden mit Wasser und einer Kupferplatte gekocht, wodurch sie aber keinesweges merklich verändert war.

4) $^1/_{10}$ Loth des Niederschlags (3) wurde mit 0,07 Loth angeschossener Weinsteinsäure vermischt, eine Kupferplatte dazu gelegt, und solches 3 Stunden mit Wasser gekocht ohne merkliche Aenderung.

5) Blattzinn wurde nebst Kupfer in die Auflösung (4) gelegt, und solche damit 3 Stunden gekocht, worauf das Kupfer mit einer dunkeln Zinnhaut überzogen war, und um 0,0002 Loth am Gewichte zugenommen hatte. Das Zinn hatte 0,001 Loth verloren.

6) Wie $^1/_{10}$ Loth des Niederschlags (3) mit Wasser 3 Stunden über einer Kupferplatte und Blattzinn gekocht hatte, so hatte das Zinn eine schmutzige schwarzgelbe Farbe erhalten, und 0,0004 Loth am Gewichte verloren, aber das Kupfer var unverändert.

7) $^1/_{10}$ Loth des Niederschlags (3) wurde mit $^1/_2$ Loth Weinsteinrahm, in Wasser 3 Stunden über einer Kupferplatte gekocht; das Kurpfer verlor ohne Veränderung der Farbe, 0,0004 Loth am Gewichte.

8) $^1/_{10}$ Loth des Niederschlags (3) wurde mit $^1/_2$ Loth Weinsteinrahm, in Wasser 3 Stunden über Blattzin und Kupfer gekocht. Das Zinn verlor 0,0009 Loth; das Kupfer war mit einer ganz dünnen Zinnhaut überzogen und hatte 0,0004 Loth am Gewichte verloren.

9) $^1/_2$ Loth Weinsteinrahm wurde 3 Stunden mit Blattzinn und Kupfer gekocht, worauf das Kupfer mit einer Zinnhaut überzogen war, und einen Zuwachs von 0,0004 Loth am Gewichte erhalten hatte. Das Zinn hatte 0,0004 Loth verloren.

10) $^1/_2$ Loth angeschossene Weinsteinsäure wurde 3 Stunden mit Blattzin und Kupfer gekocht. Das Zinn hatte 0,0004 Loth verloren, aber das Kupfer blieb unverändert.

11) Dieselbe Auflösung wurde durch hinlängliches Laugensalz zu Weinstein gemacht. Hierein wurde eine Kupferplatte und Blattzinn gelegt, und solches wie zuvor gekocht, worauf das Zinn wiederum 0,0005 Loth verloren hatte. Das Kupfer war nunmehr mit einer Zinnhaut überzogen, hatte aber nicht merklich am Gewicht zugenommen.

12) Von einem Lothe Weinsteinrahm wurde weinsteinsaure Pottasche gemacht und sie mit einem Stücke Blattzinn und Kupfer 3 Stunden gekocht, worauf das Kupfer unverändert blieb, das Zinn aber 0,0014 Loth am Gewicht verlor. Wie einige Tropfen aufgelöste Weinsteinsäure hinzugegossen und alles zusammen vom neuen gekocht wurde, so wurde das Kupfer mit einer Zinnfarbe überzogen.

13) $^1/_2$ Loth Weinsteinrahm wurde mit einer Kupferplatte gekocht, welche auf der Oberfläche mit einer dünnen Schlackenhaut überzogen war, wobey das Kupfer 0,0062 Loth an abgeschiedener Schlacke verlor, welche theils aufgelöst war, theils am Boden des Kolbens lag. Darauf wurde eine frische Kupferplatte und Blattzinn in die Auflösung gelegt. Nach dreystündigen Sieden war das Zinn und das Kupfer mit einer dicken schwarzen Rinde überzogen,

welche sich leicht absondern liess, und nachdem dieses geschehen war, hatte das Zinn 0,007 Loth am Gewichte verloren. Das Kupfer war am Gewichte nicht merklich verändert und mit einer ungleichen schmutzigen Zinnfarbe bedeckt. In dem abgesonderten schwarzen Ueberzuge waren kleine Zinnschuppen zu sehen.

14) $^2/_3$ Loth Weinsteinrahm wurden in Wasser und hierinn 0,005 Loth eines, aus blauem Vitriol, durch Gewächslaugensalz niedergeschlagenen Kupferkalks aufgelöset. Ein Stück Blattzinn und Kupfer in dieser Auflösung 3 Stunden gekocht, war das Zinn mit einer lose zusammenhängenden Rinde (Vers. 13.) überzogen, und wog, nachdem solche abgesondert war, 0,0071 Loth weniger, als wie es hineingelegt ward. Das Kupfer war mit einer schwärzlichen Haut bedeckt, und hatte eine Zunahme von 0,004 Loth am Gewichte erhalten.

15) $^1/_6$ Loth angeschossene Weinsteinsäure und 0,0028 Loth gefällter Kupferkalk wurden in Wasser aufgelöst, und 3 Stunden mit einer Kupferplatte und Blattzinn gekocht; worauf das Zinn, von der lose darauf liegenden schwarzen Rinde gereinigt, 0,0056 Loth von seinem Gewichte verloren, das Kupfer aber, welches mit einer nicht leicht abzusondernden schwarzen Haut überzogen war, einen Zuwachs von 0,0004 Loth erhalten hatte.

16) $^1/_6$ Loth angeschossene Weinsteinsäure wurde $^1/_2$ Stunde mit einem Stücke Eisen gekocht, wodurch 0,002 Loth Eisen aufgelöst wurden. In diese klare Auflösung wurde ein Stück Kupfer und Blattzinn gelegt, und solches 3 Stunden gekocht. Hierauf war das Kupfer mit einer glänzenden Zinnhaut überzogen, hatte aber nicht merklich am Gewichte zugenommen. Das Zinn hatte 0,0004 Loth verloren.

Ehe ich zur nähern Untersuchung und Erklärung der jetzt angeführten Erscheinungen schreite, so will ich zwey allgemeine Sätze anführen, welche Niemand bestreiten wird. 1. Dass ein jedes Metall verkalkt wird, wenn es sich mit einem Stoffe verbindet, welcher ein gemeinschaftlicher Bestandtheil aller Metallkalke ist, und sowohl in der Luft, als im Wasser gefunden wird, welchen ich den verkalkenden Stoff nenne. 2. Dass ein Metall die Kalkgestalt in verschiedenen gleichen *) Stuffen annehmen kann, je nachdem es sich mit einer grössern oder geringern Menge des verkalkenden Stoffes vereinigt, und dass es dadurch eine verschiedene Geneigtheit, einen Theil desselben wieder fahren zu lassen, oder sich noch ferner mit einer grössern Menge desselben zu vereinigen, erhält.

Wenn diese Sätze zugegeben werden, so wird man sich, vermöge der angeführten Versuche, einen deutlichen Begriff davon machen können, wie es beym Weisssieden des Kupfers zugehe, denn daraus erhellet:

A. Dass das Kupfer das Zinn nicht aus einer Auflösung desselben, im Weinstein oder dessen Säure, in metallischer Gestalt abscheiden kann, wenn nicht metallisches Zinn mit in der Mischung befindlich ist (1. 2. 3. 4. 7.). Ist das Zinn zuerst in einer Säure aufgelöst, so wird es etwas verkalkt, und ist so sehr geneigt, sich ferner mit dem verkalkenden Stoffe zu verbinden, den es bald aus der Luft, dem Wasser oder andern Körpern anzieht, welche mit denselben, mit einer geringern Kraft vereinigt sind, und es bleibt darauf so lange unverändert, als kein anderer Körper hinzukömmt, welcher den Zusammenhang zu heben vermag.

---

*) So steht in der Urschrift (lika), soll wohl ungleichen (olika) heissen.

Nach den bekannten Gesetzen der Anziehung, welche ich im Anfange erwähnte, kann das Kupfer hier die Abscheidung des metallischen Zinnes durch seine Auflösung nicht bewirken.

B. Dass das Weisssieden gut vor sich geht, wenn Kupfer nebst metallischem Zinne, in einer Auflösung gekocht wird, in welcher die Weinsteinsäure etwas hervorsticht, und dass dabey nur eine geringe Menge des aufgelösten Zinnes in metallischer Gestalt gefällt wird (5. 8. 9. 11. 12).

Berührt das Zinn, in dem Augenblicke der Auflösung ein anderes Metall, z. B. Kupfer, welches eine starke Anziehungskraft zu dem metallischen Zinne besitzt, so bewirken, theils diese Anziehung des Kupfers, zu dem metallischen Theile des, dem Kupfer zunächst gelegenen, aufgelösten Zinnes, und theils die Geneigtheit der übrigen aufgelösten Zinntheilchen, sich noch mit der Menge des verkalkenden Stoffes zu vereinigen, welche das ans Kupfer grenzende Zinn enthält, eine Trennung, vermöge deren das zuletzt erwähnte Zinn sich in metallischer Gestalt auf der Oberfläche des Kupfers ansetzt, während dass das übrige, welches den grössten Theil ausmacht, eine grössere Stuffe der Verkalkung untergeht. Dass es beym Weisssieden des Kupfers wirklich so zugehe, wird ferner dadurch bekräftigt, dass

C. Eine solche Fällung des Zinns nicht gelingt, wenn die Weinsteinsäure zu sehr hervorsticht (10), oder solche auch vorher mit einem starken verkalkten Zinnkalke gesättigt worden ist (6). Dort ist das Vermögen der Weinsteinsäure, das metallische Zinn anzugreifen, so stark, dass dieses keine Gelegenheit, sich zu trennen, finden kann; und hier ist der verkalkenden Stoff in solchem Ueberflusse gegenwärtig, dass kein Theil des vom neuen aufgelösten Zinns seinen geringen Vorrath los werden kann. Dagegen findet man:

D. Dass die Fällung des Zinns an das Kupfer befördert wird, wenn die Weinsteinsäure vorher ein wenig metallisches Eisen aufgelöset hat (16.). Dies frisch aufgelöste Eisen ist sehr geneigt, sich mit dem verkalkenden Stoffe zu vereinigen, und trägt solchergestalt zur Wiederherstellung des Zinns, zur metallischen Beschaffenheit, bey. Ferner bemerkt man:

E. Dass das Zinn häufiger im Weinstein, oder dessen Säure, aufgelöst wird, wenn ein stärker verkalkter Zinnkalk vorher damit vereinigt worden ist (5. 8.), aber besonders, wenn vorher Kupferkalk in der Weinsteinsäure aufgelöst worden ist, als in welchem Falle der hineingelegte metallische Körper mit einer schmutzigen Haut überzogen wird (13. 14. 15). — Bekanntlich werden die Metalle oft mit stärkerer Begierde in einer Säure aufgelöst, wenn sich selbige vorher mit einem stärker verkalkten Kalke des nemlichen, oder eines andern Metalles vereinigt hat. Der verkalkende Stoff, welcher hiebey in der Auflösung im Ueberflusse steht, ist geneigt, sich mit dem hineingelegten Metalle zu vereinigen, und macht es dadurch geschickter, aufgelöset zu werden. Am begierigsten geht diese Auflösung vor sich, wenn das zuvor aufgelöste Metall leicht seinen ganzen Vorrath von verkalkendem Stoffe fahren lässt, und selbst zur metallischen Gestalt wieder hergestellt wird. Dies geschieht, wenn Zinn in die Auflösung des Kupfers gelegt wird. Da das wiederhergestellte Kupfer aber einen Theil des Zinns, welcher von der Weinsteinsäure aufgelöst zu werden fortfährt, auf die unter B erwähnte Weise, zu seiner metallischen Beschaffenheit wieder herstellt, und daneben

der überflüssige Zinnkalk, welcher von der Säure nicht aufgelöst gehalten werden kann, niederfällt, so wird ein häufiger Niederschlag von wiederhergestelltem Kupfer, Zinn und Zinnkalke erhalten, und ein Stück glänzendes Kupfer, so zugleich in dieser Auflösung gekocht wird, mit einem schmutzigen und ungleichen Ueberzuge bekleidet. Hieraus ersiehet man die Ursache, warum diejenigen, welche sich mit dem Weisssieden der Metalle beschäftigen, dahin Sorge tragen müssen, dass keine Verunreinigung von Kupferschlacke dazu komme.

XXV.

Versuche über das Weisssieden *).

Auf Veranlassung des Zusatzes zu meiner Abhandlung, mit welchem Hr. Bar. von Gedda dieselbe beehrte, habe ich noch einige Versuche vorgenommen, welche hoffentlich alle Zweifel bey der Sache heben werden.

I. Wie deutlich es mir auch vorkam, dass die Fällung des Zinns in metallische Gestalt, auf Kupfer, blos der Anziehung des Kupfers zu dem metallischen Zinne und der Geneigtheit des frischaufgelösten Zinns, theils seinen verkalkenden Stoff fahren zu lassen, theils sich mit einer grössern Menge desselben zu vereinigen **) zugeschrieben werden müsste, so fand ich doch, dass sich einwenden lasse: das Kupfer, welches zum Theil von der Weinsteinsäure angegriffen und wirklich aufgelöst werden kann, mögte beym Weisssieden eine solche Veränderung untergehen und eben dadurch zur Fällung des Zinns beytragen bis es bewiesen worden wäre, dass das Weisssieden auch bey einem von den Metallen vor sich gehen kann, welche von der Weinsteinsäure gar nicht angegriffen werden können.

Dies auszumachen, stellte ich folgende Versuche an.

---

*) Crells chem. Annal. 1790. I. S. 343—355.

**) Diesen Ausdruck des verkalkenden Stoffes habe ich gebraucht, um Namen zu vermeiden, welche unerwiesene Begriffe von diesem Stoffe veranlassen können. Die Zunahme, welche die Metalle beym Verkalken erhalten, zeugt von denselben zur Genüge, aber dass ein Metall sich ausserdem von einem Metallkalke durch einen feinern Stoff unterscheide, so man das Brennbare, oder den wiederherstellenden Stoff nennt, ist, meiner Ueberzeugung nach, annoch nicht hinlänglich bewiesen. Gleichwohl lässt sich alles in meinen Anmerkungen auch ganz leicht mit dieser Lehrmeynuug vereinigen. Denn statt dass ich gesagt habe, die verschiedenen Stuffen der Verkalkung eines Metallkalks beruheten auf einer grössern oder geringern Menge des verkalkenden Stoffes, dürfte man dann nur, nach jener Lehrmeynung sagen, sie bestünde in verschiedenen Verhältnissen des verkalkenden und wiederherstellenden Stoffes, mit welchem sich der metallische Grundstoff vereinigt habe. *Anm. d. Urschrift.*

1) Ein halbes Loth Weinsteinrahm wurde kochend im Wasser aufgelöst, darauf Blattzinn, nebst einem Stücke feinen Goldes hineingelegt und das Kochen eine Stunde fortgesetzt, worauf das Gold vollkommen weissgesotten, oder überall mit einer gleichförmig vertheilten Zinnhaut überzogen war.

Dieser Versuch mag zu einem vollkommenen Beweise des Satzes, dass das Vermögen der Weinsteinsäure, das Kupfer anzugreifen, nicht als eine Ursache des Weisssiedens dieses Metalles angesehen werden dürfe, hinreichend seyn.

II. Die Anmerkung des Hrn Bar. v. Gedda, dass, wenn die Fällung des Zinns auf Kupfer, in metallischer Gestalt, durch eine Absonderung des in dem aufgelösten Zinne befindlichen verkalkenden Stoffes und Anziehung des Kupfers zu dem metallischen Zinne, erklärt werden dürfte, auch das Weisssieden, mit zugesetztem Eisen, nachdem das metalliscke Zinn herausgenommen worden, müsste geschehen können, veranlasste mich zu folgenden Versuchen.

2) In $^1/_2$ Loth aufgelösten Weinsteinrahm, wurde ein Stück Blattzinn eine Stunde bey völligen Sieden erhalten, worauf es herausgenommen und an dessen Stelle Kupfer, nebst einer Eisenplatte, deren Oberfläche ohngefähr einen viertel Zoll betrug, hineingelegt. Das Eisen fing bald an, angegriffen zu werden, wurde aber zugleich mit einer schwarzen Farbe überzogen. Nach $^3/_4$ stündigem Sieden war das Eisen grösstentheils schwarz auf der Oberfläche, aber hier und da theils mit glänzendem Zinne, theils mit einem weissen Zinnkalke bedeckt. Es hatte 0,0018 Loth von seinem Gewichte verloren. Das Kupfer var sowohl in Betreff seines Ansehens als seines Gewichts verändert. Die Auflösung enthielt noch eine Menge Zinn aufgelöset.

Weil ein Theil des Zinnes hier wirklich zur Metallgestalt wiederhergestellt war, und sich in diesem Zustande an das Eisen ansetzte, so stellte ich mir vor, dass das Eisen eine stärkere, oder zum wenigsten eben so starke Anziehung zum Zinne, als das Kupfer, hätte. Wäre dem so, so müsste das, durch die Auflösung des Eisens wiederhergestellte Zinn sich an die Oberfläche des unaufgelösten Eisens heften, indem keine Ursache vorhandeu wäre, welche es an das Kupfer versetzen könnte. Daher hoffte ich, das Kupfer auch auf diese Weise weissgesotten zu erhalten, wenn zu der Auflösung nur so viel, oder weniger Eisen, als im vorhergehenden Versuche aufgelöst worden war, hineingelegt wurde.

3) In solcher Absicht wurde ein Stück Blattzinn in $^1/_2$ Loth aufgelösten Weinsteinrahm gekocht, und dann herausgenommen. In diese Auflösung wurde eine Kupferplatte gelegt, an welcher ein kleiner 0,0009 Loth schwerer Eisenspahn befestigt war, und $^1/_4$ Stunde gekocht. Das Kupfer schien nunmehr gleichsam ein blasseres Ansehn, als zuvor, erhalten zu haben, zeigte aber keine deutlichen Spuren von Zinn, ausser ein paar kleinen Flecken auf der Stelle, welche das Eisen berührte. Das Eisen hatte nicht merklich am Gewichte verloren (meine Waage gab einen deutlichen Ausschlag auf 0,0001 Loth, aber nicht auf ein kleineres Gewicht), und sah, einige glänzende Zinnpunkte, welche an derselben zu sehen waren, ausgenommen, schwarz aus.

Ich fand solchergestalt, dass das Eisen bey dem Versuche (3) sehr wenig, bey dem Versuche (2) aber mehr aufgelöst worden war, und zwar blos darum, weil das Eisen hier eine grössere Oberfläche hatte, und schloss daraus, dass die schwarze Haut, welche sich auf die Oberfläche des Eisens ansetzt, sobald solches anfing angegriffen zu werden, das fernere Durchdringen der Säure hinderte. Ich konnte nun nicht mehr erwarten, hiedurch einen häu-

figen Niederschlag vom metallischen Zinn, oder das Kupfer weissgesotten, zu erhalten. Durch folgende Versuche wollte ich erforschen, ob dieser Zweck nicht erreicht werden könnte, wenn eine andere, stärker auf das Eisen wirkende, Säure zugegossen würde.

4) Nachdem Blattzinn $^1/_2$ Stunde in einer Auflösung von Weinsteinrahm im Wasser gekocht, und herausgenommen war, so wurden einige Tropfen starke Vitriolsäure zu der Auflösung zugetröpfelt, darauf Kupfer und Zinn hineingelegt und solches $^3/_4$ Stunden gekocht. Das Eisen wurde darauf etwas mehr, als beym Versuche (2), mit einer Zinnhaut überzogen, aber noch zum Theil schwarz befunden. Das Kupfer war unverändert und glänzend.

Den nemlichen Erfolg erhielt ich, wie, bey einem andern Versuche, anstatt der Vitriolsäure, einige Tropfen rauchende Salpetersäure hinzugetröpfelt wurden, nur schien das Eisen hier gleichförmiger, über den grössern Theil der Oberfläche, mit einer Zinnhaut bedeckt zu seyn.

Da bey allen diesen Versuchen die Behinderung der fernern Auflösung des Eisens eigentlich der Weinsteinsäure wird zugeschrieben werden müssen, so stellte ich mir vor, dass Weisssieden vielleicht besser gelingen mögte, wenn die Auflösung des Zinnes im Alaun mit Eisen und Kupfer gekocht würde.

5) Blattzinn wurde $^3/_4$ Stunden im Wasser gekocht, welches zuvor 1 Loth Alaun aufgelöst hatte. Nachdem das Zinn herausgenommen war, wurde ein Stück Kupfer nebst einigen kleinen Eisenfeilspähnen hineingelegt. Das Eisen wurde mit vieler Bewegung angegriffen und in wenigen Minuten war das Kupfer mit einer Zinnhaut überzogen. Das Kochen wurde 25 Minuten hindurch fortgesetzt, worauf das weissgesottene Kupfer wie ungeglättetes Silber aussah.

Weil dieser Versuch so gut gelang, so wollte ich auch erforschen, ob die nehmliche Erscheinung auch erfolgen mögte, wenn eine grössere Eisenplatte hineingelegt wurde.

6) In einer Auflösung von 1 Loth Alaun in Wasser, wurde ein Stück Blattzinn eine halbe Stunde gekocht und dann herausgenommen. An dessen Stelle wurde ein Stück Kupfer und Eisen, jedes von ohngefähr $^1/_4$ Zoll Oberfläche, hineingelegt. Nach einem Kochen von einigen wenigen Minuten war das Eisen mit einer Zinnhaut überzogen, und gleich darauf wurde das Kupfer auch weiss und glänzend und erhielt, unter fortgesetzten Sieden, eine Weisse, wie ungeglättetes Silber.

In so fern es, allem Anschein nach, beym Weisssieden in der Alaunauflösung eben so, als bey der Anwendung des Weinsteins zugeht, so wird man aus diesen Versuchen ersehen, dass das metallische Zinn, dessen Gegenwart beym Weisssieden mehrentheils ein nothwendiger Umstand ist, durch zugesetztes Eisen ersetzt werden kann, wenn nicht einige ungünstige Umstände die Auflösung des Eisens verhindern. Folglich darf das Verhalten der Auflösungen mit dem Eisen, nicht als streitig gegen das, so ich vom Weisssieden angeführt habe, ansehen werden *).

---

*) Hier sind noch einige ähnliche Versuche. Zu zwey Theilen im Wasser aufgelösten blauen Vitriols, wurde 1 Theil Blattzinn gelegt und solches in mittlerer Wärme in einer wohlzugepropften Flasche gehalten, welche dann und wann umgeschüttelt wurde, bis die Auflösung nach einigen Tagen die grüne Farbe ganz verloren hatte. Nachdem sich das niedergeschlagene Kupfer zu Boden gesetzt hatte, so zeigte die Auflösung mit flüchtigem Laugensalze keine Spur von Kupfer, fällte aber vielen weissen Zinnkalk.

III. In meiner Abhandlung (unter C) habe ich angemerkt, dass das Weisssieden nicht gelingt, wenn der Weinstein, oder dessen Säure, vorher Kupfer aufgelöst enthält, weil der hiebey entstehende schwarze Niederschlag, aus, mit wiederhergestelltem Kupferpulver gemengten, Zinne besteht. Eben so fand Hr. Bar. v. Gedda, dass in einer solchen Auflösung das Weisssieden nachher nicht hat gelingen wollen, wenn gleich metallisches Zinn und eine frische Kupferplatte hineingelegt sind. Um zu wissen, oh eine solche Auflösung als ganz untauglich zum Weisssieden anzusehen wäre, oder derselben noch nachgeholfen werden könnte, so stellte ich folgende Versuche an.

7) Ein Stück Kupfer von ohngefähr $^1/_4$ Zoll Oberfläche, welches mit einer Schlackenhaut bedeckt war, wurde in einer Auflösung von $^1/_2$ Loth Weinsteinrahm bis zum Sieden gebracht, Blattzinn von $^1/_2$ Zoll Oberfläche hineingelegt, das Kochen eine halbe Stunde fortgesetzt, und die Auflösung darauf siedendheiss in ein Seyhepapier gegossen. Das in demselben angeschossene Salz wurde vom zugegossenen siedendheissen Wasser aufgelöst. In die solchergestalt durchgeseyhete klare Flüssigkeit wurde frisches Zinn und Kupfer gelegt, und $^1/_4$ Stunde gekocht, worauf das Kupfer mit einer sehr schönen und glänzenden Zinnhaut bedeckt war.

Eben so gelang das Weisssieden in einer Alaunauflösung, welche vorher Kupfer aufgelöst enthielt, nachdem das Kupfer zuerst durch Zinn niedergeschlagen und das Kochen darauf mit eingelegtem frischen Zinn und Kupfer fortgesetzt wurde.

IV. Da nach Vers. 6 meiner ersten Abhandlung, die mit Zinnkalk, und nach Vers. 12, die mit Gewächslaugensalz gesättige Weinsteinsäure nicht zum Weisssieden nützt, obgleich ein Theil des metallischen Zinns in beyden Fällen aufgelöst wird, so wird wohl eine Mischung dieser beyden Sätze, oder mit Zinnkalk gesättigter Weinstein, keine bessere Wirkung leisten, sondern es wird ein Ueberschuss von Weinsteinsäure nothwendig seyn, wenn das Weisssieden gelingen, oder das hineingelegte Zinn, während seiner Auflösung, nicht in einem höhern Maasse verkalkt werden soll, als dass das Kupfer einen Theil desselben, durch seine Anziehung wieder zu metallischem Zinn herstellen könne.

Nach verschiedenen Versuchen wird Weinsteinsäure, welche entweder verschiedene Tage mit Blattzinn digerirt, oder verschiedene Stunden mit demselben gekocht wurde, doch

---

Von dieser Auflösung wurde in den Theil (A) eine Kupferplatte mit Blattzinn; in einen zweyten (B) Kupfer mit einer Eisenplatte, und in den dritten (C) eine Kupferplatte allein gelegt. Alle drey wurden in wohlverschlossenen, damit angefüllten Flaschen, und einige Stunden in mittlerer Wärme stehen gelassen. Darnach war das Kupfer (in A) mit einer ziemlich gleichförmigen und glänzenden, aber etwas dunkeln oder bläulichten Zinnhaut überzogen gefunden. In B war das Kupfer eben so, aber ungleicher überzogen, hingegen das Eisen überall wohl verzinnt. Wie die Flasche darauf in gelinde Digerirwärme gestellt wurde, so wurde auch das Kupfer gleichförmiger mit einer schönen Zinnhaut überzogen. Das Kupfer in der Flasche C war ganz unverändert geblieben. Es liegt viel daran, dass diese Auflösung des Zinnes, in Vitriolsäure, in einer verschlossenen Flasche aufbewahrt werde, denn an freyer Luft, nimmt der aufgelöste Zinnkalk bald eine höhere Stuffe der Verkalkung an, und kann sich darnach mit der Vitriolsäure bis zur Sättigung vereinigen, wodurch ein sehr schwer auflösliches Mittelsalz entsteht, das in Gestalt eines weissen Pulvers abgeschieden wird. Diese Zerlegung wird durch Wärme sehr beschleunigt. Anm. d. Urschr.

bei weitem nicht mit Zinnkalk gesättigt: denn die Auflösung hat noch immer einen deutlichen Weinsteingeschmack behalten und auf Lackmus eine Gegenwirkung, wie Weinstein, gezeigt. Dagegen bemerkte ich bey den Weisssiedungsversuchen, welche mit kupferhaltigen Weinsteinauflösungen angestellt worden sind, dass eine Menge kleiner harigter Krystallen anschoss, wenn die Auflösungen zu einer gewissen Stuffe eingekocht und darauf kalt geworden sind. Diese Anschüsse sind ein dreyfaches Salz, welches aus einer mit Gewächslaugensalz und Zinnkalk gesättigten Weinsteinsäure besteht. Ich glaubte sogar, ich würde dieses Salz in einiger Menge und vom beygemischten Weinsteine frey erhalten können, wenn metallisches Zinn mit einer gesättigten Auflösung von Kupferkalk in Weinstein gekocht würde.

In dieser Absicht wurden 2 Theile, eines aus blauem Vitriole gefällten, Kupferkalks, durch Kochen im Wasser, welches 3 Theile Weinstein hielt, aufgelöst. Die Auflösung wurde verschiedene Stunden mit Blattzinn gekocht und digerirt, behielt aber ihre schöne hellblaue Farbe, und das Zinn seinen metallischen Glanz, unverändert. Darauf wurde zur Zeit ein wenig Weinsteinrahm zugesetzt und mit dem Kochen zwischen jedem Zusatze fortgefahren. Aber das Kupfer fing nicht eher an gefällt zu werden, als nachdem 12 Theile Weinstein angewandt waren. Darauf war, nach einem halbstündigen Sieden, die ganze Mischung schwarz, von den darinn schwimmenden Kupferstaube, in welchem sich auch feine metallische Zinnschuppen zeigten. Die von dem [nunmehr etwas *) Kupfer, aber dagegen einen starken Ueberschuss von Weinstein haltenden] Niederschlage abgeseyhete Auflösung wurde abgedampft, bis sich eine Menge Weinstein abzuscheiden anfing, welcher darauf, während einiger Abkühlung, ferner anschoss und durch Seyhen der Feuchtigkeit abgesondert wurde. Aus dem Durchgeseyheten schoss in stärkerer Kälte eine Menge Krystallen des dreyfachen Salzes an. Aber diese waren noch mit Weinsteinkrystallen gemengt, welche sich durch ferneres Auflösen und Anschiessen nicht vollkommen abscheiden liessen: denn, wenn die Auflösung gleich zuletzt keinen sauren, sondern einen metallischen süsslichen Geschmack hatte, so zeigte doch ihr Verhalten gegen das Lackmuspapier, dass die Säure im Uebermaasse stand **). Wie Blattzinn mit Kupfer in derselben gekocht wurde, so wurde das Kupfer mit einer etwas dunklen, oder bläulichten Zinnfarbe überzogen.

Diese Bemerkungen hoffe ich, werden keinesweges gegen den Satz streitend gefunden werden, dass das Weisssieden des Kupfers vollkommen gelingt, wenn dazu eine Weinsteinauflösung gebraucht wird, welche, durch Sieden über Zinn, beynahe so viel Zinn aufgenommen hat, als es davon im metallischem Zustande aufzulösen vermag, in welcher Absicht man auch sagen kann, dass die Weinsteinsäure beynahe völlig gesättigt sey.

Die Handwerker bedienen sich verschiedener Verhältnisse des Weinsteins, Alauns und Kochsalzes, zum Weisssieden. Hat man mehr eine glänzende und geglättete Oberfläche, als

---

*) So steht es in der Urschrift, soll aber wohl, kein Kupfer mehr, heissen.

**) Dass diese hervorsiechende Säure, beygemischten freyen Weinsteine zugeschrieben werden musste, schloss ich daraus, weil die Auflösung mit Gewächslaugensalz gesättigt werden konnte, ohne einen Niederschlag zu geben, wogegen ein häufiger weisser Niederschlag entstand, sobald, nach vollendeter Sättigung, mehreres Laugensalz zugegossen wurde. Anm. der Urschrift.

eine hohe Stufe der Weisse, zur Absicht, so wird die Weinsteinsäure den Vorzug haben. Alaunauflösung allein, giebt einen trefflichen Weisssud und ist der hauptsächlichste eingehende Stoff, wenn eine schöne und dauerhafte Weisse auf Kupfer verlangt wird. Weinstein und Kochsalz mögen etwas zur Verminderung des ungeglätteten Aussehens beytragen, so durch die Alaunauflösung auf dem weissgesottenen Metalle entsteht. Mir ist eine Versetzung von einem Theile Weinstein, 2 Theilen Alaun und 2 Theilen Kochsalz, als die dienlichste zum Auflösungsmittel beym Weisssieden, angegeben worden. Auch habe ich gefunden, dass mit diesem Verhältnisse eine ganz gute Wirkung erreicht wird.

XXVI.

Untersuchung, in wiefern der Braunstein in Kalkerde verwandelt werden kann *).

§. I. Herr Scheele hat in seiner Abhandlung vom Braunstein (Schwed. Abhandl. 1774. §. 45), einige Versuche angeführt, aus denen man schliessen konnte, dass die Braunsteinerde in Kalkerde verwandelt werden kann. Denn als er eine, aus seiner sauren Auflösung durch Alkali gefällte, reine Braunsteinerde im offenen Feuer kalcinirt hatte, und dieselbe wieder, durch zugesetzten Zucker, in Vitriolsäure auflöste, so merkte er, dass eine Menge Gips hervorgebracht war. Und nachdem er dieselbe Braunsteinerde, auf die nemliche Art, eilf mal behandelt hatte, hat er nicht nur eine ziemliche Menge von Gips gesammelt, sondern ist auch zugleich eines nahe damit übereintreffenden Verlusts an Braunsteinerde gewahr worden. Aber dieser nicht weniger behutsame als scharfsinnige Naturforscher wagte es doch nicht, aus diesen Versuchen etwas von den Bestandtheilen der Braunsteinerde zu urtheilen, da er noch keinen Ausweg kannte, den Kalk in Braunsteinerde wieder zu verwandeln.

§. 2. Diese Sache schien mir, um so viel mehr, eine nähere Untersuchung zu verdienen, da es an der einen Seite wichtige Erläuterungen über die Bestandtheile und den Ursprung des Braunsteins geben musste, wenn es völlig bewiesen wäre, dass er zu Kalk verwandelt werden kann; und an der andern Seite, wenn es befunden wäre, dass die Kalkerde bey den Versuchen des Hrn Scheele auf irgend eine Art sonst entwickelt sey, sollte man hiedurch, von dem Verdachte, den jene Erscheinungen erwecken konnten, dass die einfachen Erdarten und Metalle unbeständig, und in einander verwandelbar wären, befreyet werden. So vortheilhaft es für die chemische Wissenschaft ist, dass die Bestandtheile zusammengesetzter Körper entdeckt werden, so hinderlich sind dagegen diejenigen Verwandlungssysteme, die alsdenn hervorkommen, wenn man zu eilfertig ist, Schlussfolgen aus unhinlänglichen Erfahrungen zu machen.

---

*) Crells chem. Annal. 1790. I. S. 129—140.

§. 3. Aus den Versuchen des Hrn Hjelm (Schwed. Abh. 1783.) ist es bekannt, dass aller Zucker etwas Kalkerde enthält, und dass auch bey der Kalcination im offenen Feuer, aus feinem Zucker $^1/_{20}$ pro C., und aus groben Moscowade bis $^3/_4$ pro C. Kalkerde erhalten wird. Wenn, während der Kalcination, etwas Kalkerde mit den flüchtigen Theilen weggehet, so muss der Kalkgehalt des Zuckers in eben dem Verhältnisse grösser seyn. Es konnte also seyn, dass die von Hrn Scheele gefundene Kalkerde, nur durch die Zerlegung des Zuckers entstanden sey. Ich stellte mir vor, dieses könne entschieden werden, wenn ich zuerst erführe, wie viel Kalkerde entstehet, nachdem eine gewisse Menge Zucker zu den Versuchen angewandt ist, und sodann erforschte, ob auch Kalkerde hervorkommt, wenn der Braunstein auf dieselbe Art, nur ohne Zucker, behandelt wird.

§. 4. Aus $^1/_2$ Unze weisser Braunsteinerde hatte Hr. Scheele, nach 11 Kalcinationen und Auflösungen in Vitriolsäure durch Zucker, 49 Gr. Gips erhalten; weil er aber nicht bestimmt, wie viel Zucker angewendet war, so war hieraus für mich nicht zu schliessen. Ich wollte also dergleichen Versuche wiederhohlen, und erwählte darzu lieber Salpetersäure, weil diese, durch die Hitze leicht wieder abgeschieden wird, und den Braunstein in einem kalcinirten Zustande verlässt. Ich konnte denn hierdurch die vielen und beschwerlichen Niederschlagungen, Durchseyhungen und Auslaugungen vermeiden, bey welchen einer Verlust leicht erfolgt.

Die Versuche wurden auf die folgende Weise angestellt mit einem Braunstein aus Undenäs Kirchspiele in Westgothland, den ich durch Hrn Hjelm bekommen hatte.

§. 5. *A*) $^1/_4$ Loth fein zermalmter Braunstein wurde in eine gläserne Retorte gethan, und darzu $2\,^1/_2$ Loth Salpetersäure (dessen spec. Schwere $= 1{,}283$), 2 Loth Wasser und 0,04 Loth feinen Zucker. Ein Recipient wurde vorgelegt, und die Retorte über dem Feuer gestellt, da aller Braunstein nach und nach, (etwas aschgraues Pulver ausgenommen), aufgelöst wurde. Ich hielt die Flüssigkeit kochend, bis alle Salpetersäure, mit dem Wasser, in die Vorlage übergangen war. Am Ende wurde die Retorte und die Vorlage von dunkelrothen Dämpfen gefüllt; und die zuletzt in der Retorte zurückgebliebene trockene Masse, machte einen zusammenhängenden schwarzen Kuchen aus, der ein metallisches Ansehen hatte. Nach dem Erkalten wurde die überdistillirte Säure auf den Braunstein in der Retorte zurückgegossen, und dazu 0,04 Loth Zucker gelegt. Dieser wurde wieder gekocht und bis zur Trockenheit abgezogen, wobey die schon erwähnten Erscheinungen wieder vorkamen. Auf dieselbe Art wurde diese Operation fünf und zwanzig mal wiederholet, und dadurch in allen 1 Loth Zucker angewandt. Nach diesem wurde die Säure aus der Vorlage zu dem Residuum in der Retorte gethan, und noch einmal, ohne Zusatz von Zucker, bis zur Trockenheit abgezogen.

B) Die überdistillirte Säure wurde nochmals mit dem Braunstein in der Retorte, bis zum Kochen digerirt, (das Wasser, das sich hiebey in der Vorlage gesammelt hatte, schmeckte süsslich, wie vom aufgelösten Zucker), und dann in Ruhe gelassen, die helle Flüssigkeit behutsam abgegossen, und das unaufgelöste schwarze Residuum, mit Wasser ausgelaugt. Dieses wog, nach völliger Trocknung in der Luft, 0,225 Loth.

C) Zu diesem Residuum wurden $1\,^1/_2$ Loth Salzsäure, (dessen spec. Schwere $= 1{,}175$) gethan. Diese löste alles, (ein lichtgraues Pulver ausgenommen), gemächlich auf. Die Mischung wurde gelinde digerirt, bis dass die klare Auflösung ihre braune Farbe verloren hatte; diese

wurde darnach von dem grauen Pulver abgeseyhet und ausgelaugt. Das Pulver wog nach der Trocknung 0,046 Loth.

D) Zu der Auflösung in Salpetersäure *B*) wurde Weinsteinalkali gethan, bis dass kein Niederschlag auf zugetröpfeltes Alkali erfolgte. Die Mischung wurde stark digerirt, und nachdem die Flüssigkeit klar worden war, von dem weissen Niederschlage abgeseyhet. Der ausgelaugte und getrocknete Niederschlag wog 0,097 Loth.

E) Die Auflösung in der Salzsäure *C*) wurde auf ebendieselbe Art niedergeschlagen. Der Niederschlag wog 0,264 Loth.

F) Die weisslichten Niederschläge *D*) und *E*) wurden zusammen in verdünnter Vitriolsäure aufgelöst, die tropfenweise zugethan war, bis dass das Brausen aufhörte. Die Auflösung war trübe, und liess allmählich ein weisses Pulver, das zum Theil wie Selenitnadeln gestaltet war, auf dem Boden des Gefässes. Dieses Pulver auf dem Filtrum gesammelt, mit wenigem kalten Wasser ausgelaugt und getrocknet, wog 0,0206 Loth. Es wurde mit 10 Loth Wasser gekocht, und dadurch zum Theil aufgelöst. Das unaufgelöste wog 0,0164 Loth, und schien grösstentheils aus Schwerspath zu bestehen, und zeigte dabey Spuren vom kalcinirten Braunstein und Eisen. Das aufgelöste war, so viel ich finden konnte, reiner Gyps.

§. 6. Weil 0,0042 Loth Gyps, beynahe 0,0014 Loth Kalkerde halten, so siehet man, dass die Menge, der bey den erwähnten Versuchen gefundenen Kalkerde ziemlich genau übereintrifft mit der Menge, die nach Hrn Hjelms Versuchen in einem Loth Zucker zu finden sind. Eine ganz genaue Ausrechnung konnte hier nicht statt finden, denn dazu wären viel grössere Massen erforderlich. Wenn aber noch jemand darauf bestehen wollte, dass die erhaltane Kalkerde aus dem Zucker nicht gekommen wäre, so müsste auch der Braunstein allein, wenn er ohne Zucker in einer Säure aufgelöst wird, eine verhältnissmässige eben so grosse Menge Kalkerde geben. Um dieses zu erforschen, stellte ich folgende Versuche an.

§. 7. *A.* 1 Loth pulverisirter Braunstein und 6 Loth reine Salzsäure (welche 6 L. Säure, deren sp. Schwere 1,175 war, durch Fällung, vermittelst salzsaurer Schwererde gereinigt waren) wurden in eine gläserne Retorte gethan, und in einer Mitteltemperatur gelassen, bis dass aller Braunstein, ausser einem lichtgrauen sandichten Pulver aufgelöst war, und darnach in einer Digestionswärme gehalten, bis dass die Farbe der klaren Auflösung lichtgelblich war. Die Auflösung wurde denn abgeseyhet, und der Rückstand mit Wasser ausgelaugt; er wog nach dem Trocknen 0,1814 Loth.

B. Zu der klaren Auflösung wurde etwas von verdünnter Vitriolsäure zugetröpfelt, die ein weisses Schwerspathpulver niederschlug. Die Auflösung wurde mit Wasser verdünnt, und von dem Schwerspathe abfiltrirt. Dieser betrug, nachdem er ausgelaugt und getrocknet war, 0,052 Loth.

C. Zu der Auflösung wurde denn vegetabilisches Alkali nach und nach zugemischt, das einen weissen Niederschlag verursachte, welcher aber sich wieder mit Brausen auflösen liess, bis dass die überflüssige Säure gesättigt war. Mehr vom Alkali gab einen weissen Niederschlag, ohne Brausen, der sich nicht wieder auflöste. Nachdem alles niedergeschlagen war, wurde die Mischung stark digerirt, und nach dem Klarwerden die Flüssigkeit durchs Filtrum von dem Niederschlage abgeschieden. Der Niederschlag wurde mit Wasser ausgelaugt, in der Mitteltemperatur getrocknet und wog darnach 1,24 Loth.

D. Eine, mit 3 Theilen Wasser verdünnte Vitriolsäure wurde nach und nach auf diesem Niederschlag getröpfelt, und verursachte ein starkes Brausen, nebst weniger Wärme. Wenn das Brausen aufhörte, war alles zu einer nicht klaren Flüssigkeit aufgelöst. Aus dieser Auflösung setzte sich nach und nach ein wenig von einem weissen Bodensatz, welcher, durchs Filtrum abgeschieden, und mit wenigem Wasser ausgelaugt, folgende Eigenschaften zeigte. Gekocht mit etwas mehr als 500 Theilen Wasser, wurde nichts merkliches davon aufgelöst; seine Auflösung in verdünnter Vitriolsäure war milchfarbig, und gab mit Blutlauge einen häufigen blauen Niederschlag; von Salzsäure wurde er langsam zu einer klaren gelben Auflösung aufgelöst, die gleicherweise durch Blutlauge gefällt wurde; kaustisches Alkali verwandelte ihn in einen braunen Eisenocker; vor dem Löthrohre liess er sich in einer starken Hitze, zu einer schwarzen Kugel schmelzen; aber nur gelinde geglühet, behielt er seine weisse Farbe; vom Borax wurde er zu einem klaren Glase aufgelöst, das in der Hitze grünlich aussah, wurde aber nach dem Erkalten ungefärbt. Dieser Bodensatz hatte also die Eigenschaften des phosphorsauren Eisenkalks.

E. Da die vitriolsaure Auflösung des Braunsteins *D*, mit Wasser verdünnt, und über dem Feuer erwärmt wurde, absonderte sich daraus eine grössere Menge eines weissen Bodensatzes. Durch zugemischte 3 Pfund Wasser, und Aufkochen, erhielt ich 0,045 Loth davon, die sich in allen wie der eben beschriebene Bodensatz *D*) verhielten.

F. Die Auflösung, woraus auf diese Art, das phosphorsaure Eisen abgeschieden war, wurde wiederum durch vegetabilisches Alkali niedergeschlagen. Dieser weissliche Niederschlag war dem vorigen *C.* sehr ähnlich, gab auch, nach geschehener Auflösung in Vitriolsäure einen nur geringeren, Bodensatz.

G. Der weisse Braunsteinniederschlag *C.* verhielt sich eben so mit Salpetersäure; er wurde nehmlich mit Brausen aufgelöst; und wenn von der Säure nicht zuviel dabey war, so sah sie milchig aus, und setzte einen weissen Bodensatz ab, der die in *D.* erwähnten Eigenschaften hatte.

H. Der Niederschlag *F.* wurde über einem gelinden Feuer, auf einer gläsernen Scheibe zu einem schwarzen Pulver kalcinirt, das sich wie reine Braunsteinerde verhielt. Es wurde langsam, aber vollkommen, von der Salzsäure aufgelöst. Die Auflösung war zuerst dunkelbraun, und verlor nach und nach die Farbe in einer gelinden Wärme; darnach gab sie mit Gewächslaugensalz einen weisslichten Niederschlag, der sich wie *C.* und *F.* verhielt.

§. 8. Bey allen den im vorhergehenden §. angeführten Versuchen hatte ich keine merkliche Spur von Kalkerde oder Gyps gefunden, und getraue mich also mit Gewissheit zu schliessen, dass eine reine Braunsteinerde keinesweges dadurch in Kalkerde verwandelt wird, dass sie kalcinirt und in einer Säure aufgelöst wird. Es ist demnach ausser allem Zweifel, dass die Kalkerde, bey den Versuchen des Hrn Scheele, von dem Zucker herstammte.

§. 9. Hr. Scheele hatte gefunden, dass das Gewicht der Braunsteinerde sich verminderte, indem die Kalkerde zum Vorschein kam; dieses aber, hoffe ich, wird leicht erklärt aus der von ihm zugleich beygefügten Anmerkung, dass es nicht zu vermeiden sey, dass ein kleiner Antheil der Braunsteinerde, mit dem Auslaugungswasser verloren gehe. Wenn die Flüssigkeit, nach geschehener Präcipitation, freye Luftsäure hält, so wird durch diese etwas Braunsteinerde aufgelöst; und es hält schwer, alle Luftsäure abzutreiben, wenn die Mischung nicht

kocht. Dass aber auch reines Wasser, nach Abscheidung aller freyen Luftsäure, etwas von der Braunsteinerde auflösen kann, scheinet aus dem folgenden Versuche zu folgen. Zu einer, durch mildes Gewächslaugensalz gefällten, und wohl ausgelaugten Braunsteinerde, wurde eine Menge, mit Luftsäure gesättigtes Wasser gethan, und etlichemahl in einer verschlossenen Flasche umgeschüttelt. Nachdem die Flüssigkeit wieder kalt war, wurde sie von dem Bodensatz vorsichtig in einen Kolben gegossen, darinn eine gute halbe Stunde gekocht, und darnach von dem, während des Kochens, abgesetzten weissen Pulver, durchs Filtrum abgeschieden. Das durchgeseyhete klare Wasser wurde nicht merklich vom zugemischten Alkali verändert, sobald aber ein Tropfen von Blutlauge dazu kam, wurde es gleich milchfarben. Uebrigens kann wohl auch das Gewicht eines Braunsteinniederschlags verschiedentlich ausfallen, theils aus seinem mehr oder weniger kalcinirten Zustande in der Auflösung, theils aus der Beschaffenheit des Alkali's, nachdem dieses mehr oder weniger kaustisch war, theils aus der Temperatur der Luft, in Ansehung seiner Trockenheit und Wärme, worinn der Niederschlag trocknete ehe er gewogen wird.

§. 10. Aus den obenangeführten Versuchen siehet man, dass 100 Theile des untersuchten Westgothischen Braunsteins ohngefähr 18 Theile eines sandigten Pulvers (§. 7. *A.*), das aus Kieselerde und Schwerspath zu bestehen scheinet, und ausserdem so viel Schwererde, als sich in 5 Th. Schwerspath befindet (§. 7. *B.*) enthalten. Das übrige, welches, nachdem es durch luftsaures Laugensalz gefällt ist, 124 Theile, dem Gewicht nach beträgt (§. 7. *C.*), enthält eine Menge von phosphorsaurem Eisenkalk. Durch wiederholte Auflösungen in Vitriolsäure, und Kochungen mit Wasser, habe ich 6 Th. von dieser Vereinigung abgeschieden; ich halte es aber für glaublich, dass noch eine grössere Menge davon in der übrigen Braunsteinerde stecke. Da ich keine andern Braunsteinarten untersucht habe, so wage ich nicht mit Gewissheit zu behaupten, dass das phosphorsaure Eisen sich in allen befinde, noch weniger, dass es einen wesentlichen Bestandtheil in denselben ausmache; doch muss ich gestehen, dass dieser Gedanke aus einigen Erscheinungen, mir sehr wahrscheinlich vorkommt. Ich hoffe aber, durch fernere Versuche, zu völligeren Erläuterungen von dieser wichtigen Sache geleitet zu werden.

XXVII.

Versuche über das Läutern des rohen Salpeters durch Kohlenstaub. *) Vom Hrn Prof. Gadolin **).

§. 1. Der rohe Salpeter enthält verschiedene Unreinigkeiten, wovon die beträchtlichsten sind Kochsalz und Digestivsalz, Bitter- und Kalk-Erde mit Salz- oder Salpetersäure vereinigt, nebst einem fetten Wesen, welches vom flüchtigen Alkali oft begleitet wird. Das ungleiche Verhalten der erstgenannten Salze gegen den Salpeter, wenn sie anschiessen, und die zerfliessende Eigenschaft der erdigten Mittelsalze, veranlassen zuverlässige Auswege jede Art für sich abzuscheiden. Wenn aber von der Fettigkeit noch eine Menge mit in der Mischung ist, so kann weder die Anschiessung, noch die Abscheidung der ungleichartigen Salze, ordentlich vor sich gehen.

§. 2. Das Läutern des rohen Salpeters beruhet also hauptsächlich auf die Absonderung des Fettes. Diese wird zum Theil im Grossen zuwege gebracht, wenn eine, in die Enge gebrachte Auflösung des rohen Salpeters gekocht wird, da die Fettigkeit sich wie ein Schaum absondert. Allein eine ziemliche Menge davon, die mit den Salzen näher verbunden ist, bleibt noch bey dem Salpeter, und verunreinigt denselben, so dass er bey den kostbaresten Verrichtungen nicht gebraucht werden darf, bevor er mehrmals geläutert worden ist.

§. 3. Der sicherste Ausweg, den man bisher vorgeschlagen hat, um dem Salpeter alle Fettigkeit zu benehmen, scheinet wohl der Zusatz vom Alaun zu seyn. Wenn aber auch dieser nicht zu kostbar seyn sollte, um bey grossen Werken eingeführt zu werden, so entstehet doch allenfalls daraus die Furcht, der Salpeter mögte von der Vitriolsäure etwas behalten, insonderheit, wenn keine grosse Menge von Kalkerde in dem rohen Salpeter war. Es

---

*) Crells chem. Annal. 1791. S. 518—535.

**) Ein Auszug einer vom Hrn Prof. G. der Akadem. der Wiss. zu Stockholm eingereichten Abhandlung, den Hr. G. selbst zu verfertigen die Güte hatte. C.

wäre demnach zu wünschen, dass man einen andern Ausweg ohne grosse Kosten finden könnte, um im Grossen dem Salpeter alle seine Unreinigkeiten zu benehmen.

§. 4. Weil man neuerlich entdeckt hat, dass verschiedene sowohl salzige als geistige Materien, die von einer fremden Fettigkeit verunreiniget sind, von dieser sehr gut befreyet werden, wenn man sie mit Kohlenstaub kocht oder digerirt *), so fiel es mir ein, der rohe Salpeter könnte auch dadurch am leichtesten vollkommen geläutert werden, und stellte in dieser Absicht einige Versuche an, welche ich jetzt der Akademie mitzutheilen, die Ehre habe.

§. 5. Der rohe Salpeter, von dem ich 12 Pf. im Vorrath hatte, war sehr braun und nass. Am Boden des Gefässes, worin er gelegen, hatte sich eine dunkelbraune Flüssigkeit von etwa 11 Loth gesammelt, die ich besonders nahm, und Mutterlauge nennen will.

A. 8 Loth von dem Salpeter auf Löschpapier gethan, und in mittelmässiger Temperatur der Luft getrocknet, wogen 7,15 Loth.

B. 1 Loth roher Salpeter im Wasser aufgelöst, gab mit Silberauflösung 0,0496 Loth trocknes Hornsilber.

C. 5 Loth roher Salpeter im Wasser aufgelöst, und mit vegetabilischem Alkali übersättigt, gab eine geringe Menge eines dunkelbraunen Niederschlags, die bey einer starken Di-

---

*) Es zwar ehedem bekannt gewesen, dass wohl ausgebrannte vgetabilische Kohlen, eine grosse Menge von der Luft, oder anderen Materien, damit sie umgeben sind, einsaugen; doch waren neue Erfahrungen nothwendig, ehe man wissen oder folgern konnte, dass auch Kohlen vermögend sind, flüssige Körper von eingemischten zähen öhligten oder schleimigten Theilen zu befreyen, welche Unreinigkeiten, wenn sie einmal von den Kohlen eingesogen sind, ihrer Zähigkeit wegen, in den Zwischenräumen der Kohlen bleiben. — Man hat wohl auch in unserm Lande schon ehemals gute Haushalter sich rühmen gehört, dass sie einen angebrannten Brandtwein verbessern, indem sie einige Birkenkohlen mit in die Läuterblase thun; eben so, dass sie ein schönes und klares Bier erhalten, wenn sie etwas Russ von dem Schornsteine abkratzen, so dass es während des Kochens der Würze in den Kessel hineinfällt. Allein dergleichen Wirthschaftsarkane werden von einigen geglaubt und befolget, von andern geleugnet und verachtet, und bleiben insgemein unbekannt, bis man durch deutliche Versuche erleuchtet worden ist, oder eine Ursache zu den vorgeschlagenen Kunstgriffen einsehen kann. — Hr. Lowitz in Petersburg ist vermuthlich der erste, der deutlich gezeigt hat, wie man die Weinsteinsäure, Brandtwein und viele andere Sachen von aller verunreinigenden Fettigkeit, durch Kohlen befreyen kann. Er vermuthete in den Kohlen eine starke Anziehung zum Phlogiston, weil sie in verschlossenen Gefässen nicht verbrannt werden, und glaubte aus dieser Anleitung, dass sie auch auf dem nassen Wege, Körper entbrennbaren könne; damit er auch seine Reinigungsmethode erkläret (Crells chem. Annal. 1786. 1. B. S. 233—234, 293—300. Ebendaselbst 1788. 2. B. S. 36—41, 131—134). Die Versuche des Hrn Lowitz wurden mit gutem Erfolge nachgemacht vom Hrn Piepenbring (Ebend. 1787. 1. B. S. 157 ff.), Hrn Brugnatelli und Westrumb (Ebend. 1789. 2. B. S. 50—52), dagegen aber bestritten von Hrn Fuchs (Ebend. 1788. 2. B. S. 393, 394) und Hahnemann (1789. 1. B. S. 202—205). und Mehreren, die vergebens durch Kohlenstaub, die braune Farbe und Zähigkeit den Salzauflösungen zu entziehen, sich bemüheten. Verschiedene Sachen können ungleiche Sorgfalt in Ansehung der Reinigkeit der Kohlen erfordern; und die Ursache der misslungenen Versuche, liegt vielleicht darin, dass die Kohlen entweder übel gebrannt worden, oder auch darnach von eingesogenen Dämpfen verunreinigt sind, bevor sie angewandt wurden. — Ich hatte einige vom Hrn Lowitz angepriesene Versuche nachgemacht, und sie wohl gegründet gefunden, und machte mir daraus gute Hoffnung, dass auch der Salpeter durch Kohlenstaub geläutert werden könnte, welches meines Wissens, von niemand bisher untersucht war. Aber dieser Gegenstand schien mir von so viel grösserem Gewicht zu seyn, weil es bey der Verfertigung des Schiesspulvers so sehr viel auf die Reinigkeit des Salpeters ankommt.

gestion nicht vermehrt wurde (wobey der Geruch etwas flüchtiges Alkali verrieth). Das Gewicht der Fällung war 0,013 Loth.

D. 1 Loth von der Mutterlauge gab mit Silberauflösung 0,368 Loth Hornsilber. Die abgeseyhete Lauge, abgedunstet, gab eine Menge von klaren prismatischen Krystallen, deren einige in der Luft zerflossen, einige aber sich wie reiner Salpeter verhielten.

E. Aus 2 Loth von der Mutterlauge, durch vegetabilisches Alkali gefällt, erhielt ich 0,092 Loth eines trippelfarbenen Pulvers. Dieses liess sich mit heftigem Brausen von der Salzsäure auflösen. Die Auflösung war dunkel, und halbklar; durchgeseyhet wurde sie klar, und liess einen fetten Schaum auf dem Papiere. Von zugetröpfelter Vitriolsäure trübte sie sich, wurde aber wiederum klar, wenn ich hinlänglich Wasser zugoss. — Die Vitriolsäure allein brauste ebenfalls mit dem Niederschlage, und liess eine grosse Menge eines Gypspulvers unaufgelöst. Die Auflösung abgedunstet, gab Selenitnadeln und Bittersalzkrystallen.

F. Aus 2 Loth von der Mutterlauge, in gelinder Wärme zum Trocknen abgedunstet, blieb eine schwarzbraune Masse zurück, die von unordentlichen kubischen Krystallen beschwängert war, und wog 0,625 Loth. In einem kalten Zimmer zog sie Feuchtigkeit an. Im Wasser aufgelöst und durchgeseyhet, liess sie beynahe nichts auf dem Filtrum zurück. Von zugegossener Quecksilberauflösung in Salpetersäure wurde sie helle und schied einen häufigen weissen Niederschlag ab, der aber grösstentheils sich wiederum vom Wasser auflösen liess. Das in dem Filtro zurückgebliebene lichtgraue Pulver, zeigte vor dem Blaserohre einen dicken Rauch von ätzendem Sublimate, und wurde zuletzt in eine schwarze Kohle verwandelt, welche nach und nach von der Flamme des Löthrohrs verzehrt wurde, bis auf etwas weniges Asche.

G. 6 Loth von der Mutterlauge, mit 8 Loth Wasser und 1 $^1/_2$ Loth Kohlenstaub*) vermischt, wurde 10 Minuten lang stark gekocht, dann kochendheiss auf ein Filtrum gegossen, und mit 12 Loth siedendheissem Wasser ausgelaugt; das durchgegangene war klar, lichtgelb, und wurde nochmahls mit 1 $^1/_2$ Loth Kohlenstaub, wie zuvor gekocht, durchgeseyhet und ausgelaugt. Es ging nun viel schneller durch das Filtrum, und zwar beynahe völlig wasserklar. Die Lauge nahm jetzt einen Raum von 30 Loth Wasser ein; bis zu einem Raume von 2 Loth eingekocht, und an einen kalten Ort gestellt, schliessen zuerst viele weisse kubische Digestivsalzkrystallen und darnach feine prismatische Salpeterkrystallen an. Die angeschossenen Salze wogen zusammen 0,9 Loth, und aus der nochmals abgedunsteten Lauge erhielt ich 0,17 Loth kubische Krystallen, die deutlich nach Salzsäure rochen, wenn sie in der Wärme getrocknet wurden, und liessen ein wenig von einem weissen Pulver unaufgelöst, wenn ich sie mit Wasser auslaugte. Die Auflösung der angeschossenen Salze gab mit vegetabil. Alkali 0,06 Loth eines lichtgrauen Pulvers, und die letzte Lauge, die nicht anschiessen wollte, gab, durch Alkali gefällt, 0,116 Loth, die aus Kalk und Bittererde bestunden. — Die Kohlen hatten eine Vermehrung von $^1/_2$ Loth, an ihrem Gewichte erhalten.

---

*) Ich habe bey diesem sowohl als bey den folgenden Versuchen, mich wohlausgebrannter Tannenskohlen bedient, die von aller Asche frey waren. Es ist wohl nicht zu zweifeln, dass dieselbe Würkung erfolgen sollte, wenn man von anderen Holzkohlen Gebrauch machen wollte, wenn sie nur nichts von öhligten Theilen enthalten, die durch genugsames Brennen zerstört werden können.

§. 6. Aus den im vorhergehenden § angeführten Versuchen folgt, dass 100 Theile von meinem rohen Salpeter, beynahe 9 1/2 pr. C. Mutterlauge enthalten *(A)*, aber noch 3/7 mehr von der Kochsalzsäure, als eine solche Menge von der Mutterlauge. Denn nach dem Versuche *(B)* enthalten 100 Th. roher Salpeter soviel Salzsäure, wie 4,96 Th. Hornsilber, und nach dem Vers. *(D)* ist in 9 1/2 Th. Mutterlauge nur soviel Salzsäure, als in 3,5 Th. Hornsilber. Dieses Verhältniss könnte doch wohl eine Aenderuug erleiden, weil die von dem metallischen Kalke aufgefangene Fettigkeit der Auflösung, das Gewicht des Niederschlages vermehrt, wie man es deutlich aus dem Versuche mit Quecksilber *(F)* ersehen kann. Aber für diese geringe Unreinigkeit des Silberpräcipitats, konnte ich hier um so viel weniger eine Abrechnung machen, da ich von der andern Seite gewahr wurde, dass mein Hornsilber etwas auflöslicher im Wasser war, und folglich während des Auslaugens etwas mehr vermindert wurde, als ein reines Hornsilber zu thun pflegt. Diess geschah wahrscheinlich, vermittelst des in der Mutterlauge befindlichen flüchtigen Alkali's, das ein salzsaures Silber auflöslich macht.

§. 7. Aus dem Versuche *(G)* siehet man, dass 100 Theile von der Mutterlauge, 8,5 Theile Fettigkeit enthalten, und da alles, was in dieser Lauge aufgelöst war, nach dem Vers. *(F)* 31 pr. C. betrug, so folgt ferner, dass die Salze der Mutterlauge, die grösstentheils aus Salzsäure, vegetabilischem Alkali, Kalk und Bittererde bestanden, 22,5 pr. C ausmachten. — Demnach waren die Bestandtheile in 100 Theilen des rohen Salpeters beynahe 89 Th. reiner Salpeter, 3 Th. kochsalzartige Neutral- und Mittelsalze, 1 Th. Fettigkeit, und 6 1/2 Th. Wasser, das Krystallisationswasser nicht mit eingerechnet.

§. 8. Weil ich aus dem Versuche *(G)* sah, dass selbst die Mutterlauge durch Kohlen von ihrem Fette gereinigt werden kann, so war nunmehr kein Zweifel an der Reinigung des rohen Salpeters übrig; nur wollte ich ferner erfahren, wie viel Kohlenstaub gegen dem Salpeter erforderlich wäre, und was sonst merkwürdiges vorfiele. — Die 4 folgenden Versuche wurden auf einerley Art angestellt, so dass nemlich zu jedem, 1 Pf. roher Salpeter, mit dem Kohlenstaube und 6 Pf. reinem Wasser, in einen kupfernen Kessel gethan, und über dem Feuer 10 Minuten lang im vollen Kochen erhalten, dann kochendheiss durch doppeltes Fliesspapier geseyhet, das Filtrum mit 2 Pf. kochendheissem Wasser ausgelaugt, und die durchgeseyhete Lauge abgedunstet wurde, bis ein Tropfen davon auf kaltem Glase gleich anzuschiessen anfing. Die Lauge wurde dann in ein weites Glas gethan, und in einen kühlen Ort zum Anschiessen hingestellt. Auf diese Art erhielt ich nach der ersten Krystallisation etwa 20 Loth Salpeterkrystallen. Die abgegossene Lauge gab nach ferneren Abdunsten 6 1/2 Loth, und bey der dritten Krystallisation noch 2 Loth Salpeter; die letzte Lauge gab noch etwas Salpeter nebst vielem Digestivsalze.

Erster Versuch. Wenn 1 Pf. roher Salpeter mit 8 Loth Kohlenstaub, auf die eben erwähnte Art gekocht war, so war die Lauge völlig wasserklar, und die Krystallen nach der ersten und zweyten Anschiessung vollkommen weiss und durchsichtig. 1/2 Loth davon, jedes für sich in 3 1/2 Loth Wasser aufgelöst, wurden von der Silberauflösung milchicht, und gaben ein jeder einen Niederschlag von 0,002 Loth am Gewichte. — Die Krystallen von der 3:ten Anschiessung waren noch sehr klar, und merklich weisser, als der gewöhnliche gut geläuterte Salpeter. Aus 1/2 Loth hiervon erhielt ich durch die Silberauflösung 0,007 Loth Hornsilber. Die mit mehrerem Kalksalze verunreinigten Krystallen von den 4:ten Anschiessung waren

noch sehr weiss, aber nicht völlig so klar wie die vorigen. — Die letzte Mutterlauge war schon etwas gelblich, allein mit vegetabil. Laugensalze gab sie einen völlig weissen Niederschlag von $^1/_{10}$ Loth, der aus Kalk- und Bittererde bestand.

Zweyter Versuch. 1 Pf. roher Salpeter mit 4 Loth Kohlenstaub gab eine klare, ein wenig gelbliche Lauge. Die Krystallen nach der 1:sten, 2:ten und 3:ten Anschiessung konnten dem äusserlichen Ansehen nach, von denen bey dem ersten Versuche erhaltenen nicht unterschieden werden. Ihr Verhalten mit der Silberauflösung ist auch einander sehr ähnlich, denn $^1/_2$ Loth von den 2 ersten gaben 0,002 Loth und $^1/_2$ Loth von der 3:ten Anschiessung 0,008 Loth Hornsilber. Die bey der 4:ten Anschiessung erhaltenen waren gelblich, und die letzte Mutterlauge rothgelb.

Dritter Versuch. Aus 1 P. rohen Salpeter und 2 Loth Kohlenstaube erhielt ich eine gelblichte Lauge, und nach der ersten Anschiessung, sehr weisse und klare Krystallen, die nur dann sehr wenig ins Gelbe zu spielen schienen, wenn sie genau mit denen von den 2 ersten Versuchen verglichen wurden. $^1/_2$ Loth hievon gab mit Silberauflösung 0,0006 Loth Hornsilber. Die Krystallen nach der 2:ten Anschiessung waren der vorigen sehr ähnlich, aber mit der Silberauflösung gaben sie 0,0026 Loth Hornsilber. Die von der 3:ten Anschiessung sahen mehr merklich gelblich aus, wie gewöhnlich geläuterter Salpeter, und $^1/_2$ Loth davon fällte aus der Silberauflösung, 0,012 Loth Hornsilber. Die Krystallen von der 4:ten Anschiessung waren lichtgelb. Die letzte Lauge war dunkel braungelb.

Vierter Versuch. 1 Pf. roher Salpeter mit 1 Loth Kohlenstaub giebt dunkel rothgelbe Lauge, aus welcher die zum erstenmal angeschossenen Krystallen zwar ziemlich weiss, aber nicht so klar, wie die vorhergehenden erfolgten. $^1/_2$ Loth davon, in 3 $^1/_2$ Loth Wasser aufgelöst, wurden von der Siberauflösung milchicht, aber ohne Bodensatz; durch Fliesspapier geseyhet wurde sie klar, das Papier aber hatte am Gewichte nichts, oder wenigstens nicht mehr als 0,0001 Loth zugenommen. Nach dem 2:ten Anschiessen entstanden Krystallen, die denen von der 3:ten Anschiessung des vorigen Versuchs ähnlich waren. Aus $^1/_2$ Loth erhielt ich 0,0034 Loth Hornsilber. Die zum 3:ten mal angeschossenen Krystallen waren gelblicht, und gab $^1/_2$ Loth davon mit der Silberauflösung 0,0135 Loth Hornsilber. Die letzte Lauge war dunkelbraun.

Fünfter Versuch. 1 Pf. roher Salpeter wurde in 6 Pf. Wasser aufgelöst und gekocht, wie die vorhergehenden, aber ohne Zusatz von Kohlenstaub. Die durchgeseyhete Lauge war dunkel rothbraun. Der nach der ersten Krystallisation erhaltene Salpeter war etwas gelblicht, wie die 3:te Anschiessung des 3:ten Versuchs. $^1/_2$ Loth davon gab 0,001 Loth Silberniederschlag. Das 2:te mal angeschossen war mehr gelb, und gab mit der Silberauflösung 0,0045 Loth Präcipitat; die bey der 3:ten Anschiessung erhaltenen gelben Krystallen gaben aus $^1/_2$ Loth, 0,017 Loth Niederschlag mit der Silberauflösung. Die letzte Lauge war schwarzbraun.

§. 9. Es ist merkwürdig, dass die nach der ersten Anschiessung erhaltenen Salpeterkrystallen, aus den vom Fette reinsten Laugen, mit der Silberauflösung mehr Hornsilber gaben, als die aus den minder gereinigten Laugen. Diese Erscheinung (wenn die Fettigkeit nicht eine Menge des Hornsilbers, wie ich es für sehr wahrscheinlich halte, auflöslich macht) könnte von einer grössern Neigung des sehr reinen Salpeters zum Anschiessen, herrühren, weil bey einer geschwinden Anschiessung das kochsalzartige nicht Zeit genug hat, sich abzuscheiden,

wie auch an der andern Seite der Kochsalzgehalt des Salpeters grösser wird, wenn die Lauge zu fett und klebrig ist, und keine ordentliche Krystallisation erlaubt. Diese Unbequemlichkeit einer zuweit getriebenen Läuterung, ist wohl gar nicht bey grossen Werken zu befürchten, wo die Abkühlung sehr langsam, und die Anschiessung immer viel ordentlicher vor sich geht. Sonst beträgt aber auch dieser grössere Gehalt am Kochsalze, der nur dann zu finden ist, wenn der ganze Gehalt des Kochsalzes in der Lauge sehr gering ist, nicht über $^1/_6$ pr. C. des Salpeters, und diese geringe Menge ist wohl bey dem Pulvermachen von weit geringerer Bedeutung, als die geringste Spur vom Fette. — Dagegen ist der Vorzug einer von der Fettigkeit wohlgereinigten Lauge, auch in Ansehung des Kochsalzgehalts augenscheinlich, wenn die Lauge viel von diesem Salze enthält: denn da die Laugen bey der 2:ten Anschiessung 10—12 pr. C. Kochsalz gegen dem Salpeter enthielten, so fand sich darnach in den Krystallen, wo keine Fettigkeit war, nur so viel von Kochsalzsäure, als sich in $^1/_5$ pr. C. vom Kochsalze findet, aber wo weniger oder kein Kohlenstaub bey der Läuterung angewendet war, fand sich der Kochsalzgehalt zu $^1/_4$ bis $^3/_8$ pr. C. Und nach der 3:ten Anschiessung, wo der ganze Kochsalzgehalt 30 pr. C. betrug, zeigte der durch Kohlen gereinigte Salpeter nur Spuren von $^2/_3$ pr. C. Kochsalz, dagegen das ohne Kohlenstaub geläuterte über doppelt so viel, oder $1\,^1/_2$ pr. C. Kochsalz enthielt.

§. 10. Da ich aus dem vorgesagten vermuthete, dass $2\,^1/_2$ Loth Kohlenstaub hinlänglich wären, um von der Lauge so viel Fett abzuscheiden, dass die Krystallen der ersten Anschiessung davon vollkommen befreyt werden mögten, so wollte ich mit dem übrigen von meinem rohen Salpeter noch folgende Versuche anstellen. 1 Pf. roher Salpeter wurde mit $2\,^1/_2$ Loth Kohlenstaub und 6 Pf. Wasser in 10 Minuten gekocht, dann durchgeseyhet, der Kohlenstaub mit 2 Pf. kochendheissem Wasser ausgelaugt; das durchgegangene zum Anschiessung abgedunstet, und nach geschehener Krystallisation die klare Lauge abgeschüttet, mit 24 Loth rohen Salpeter und $2\,^1/_2$ Loth Kohlenstaub, und genugsamen Wasser vermischt, nochmals gekocht, durchgeseyhet, und krystallisirt. Dieses wiederhohlte ich mehrmahls, wie die folgende Tabelle zeigt, und erhielt nach jeder Anschiessung sehr weisse und klare Salpeterkrystallen.

Die erste Spalte der Tabelle stellt das Gewicht des eingewogenen rohen Salpeters vor; die 2:te den zugemischten Kohlenstaub; die 3:te die angeschossenen Salpeterkrystallen; die 4:te das Gewicht des aus einem halben Loth der angeschossenen Krystallen, erhaltenen Silberniederschlags; die 5:te den Silberniederschlag aus denselben Krystallen. in pr. C. gegen den Salpeter ausgerechnet; die 6:te den Silberniederschlag aus dem rohen Salpeter der Lauge, der ohngefähr von dem Versuche §. 5. *(B)* ausgerechnet worden, und in pr. C. gegen dem reinen Salpeter vorgestellt.

Tabelle

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	Eingewogener roher Salpeter.	Eingewogener Kohlenstaub.	Angeschossener Salpeter.	Hornsilber von $^1/_2$ Loth angeschossenen Salpeter.	Hornsilber von 100 Theil angeschossenen Salpeter.	Hornsilber aus der Lauge, gegen 100 Th. reinen Salpeter.
	Loth.	Loth.	Loth.	Loth.	Theile.	Theile.
1	32	2,5	19,5	0,0009	0,18	5,5
2	24	2,5	21	0,0011	0,22	3
3	24	2,5	20,9	0,0013	0,26	13
4	24	2,5	20.4	0,0017	0,34	16
5	24	2,5	22,25	0,0025	0,50	20
6	24	2,5	20	0,0018	0,36	24
7	24	2,5	21,5	0,0020	0,40	27
8	0	1	6,75	0,0070	1,4	90
9	0	0	2,5	0,179	35,8	300

Ehe die letzten Salpeterkrystallen anschossen Nr 9.), hatte sich schon eine dicke Salzkruste auf der Lauge gebildet, und während des Abkühlens schossen recht viele kubische Krystallen an, von denen ich die Lauge zuerst abhellete, wornach daraus die in der Tabelle angezeigten $2\,^1/_2$ Loth anschossen. — Die Kruste sammt den kubischen Krystallen liessen eine Menge von 0,06 Loth eines weissen Selenitpulvers zurück, wenn sie in wenigem Wasser aufgelöst wurden. Die Auflösung aber nebst der letzten Mutterlauge gaben durch vegetabil. Alkali einen erdigen Niederschlag von $^3/_4$ Loth, der ausser etwas Fett, aus Kalkerde und Bittererde bestand.

§. 11. Aus der Tabelle des vorhergehenden § siehet man deutlich, wie wenig die kochsalzartigen Salze geneigt sind, mit dem Salpeter sich zu verbinden, wenn nur die Lauge vom Fett gereinigt und das Anschiessen vorsichtig angestellet wird. Aber ich will mich hierbey nicht weitläuftiger aufhalten, weil meine Absicht nur war, zu zeigen, dass der Kohlenstaub ein vortreffliches Mittel sey, dem Salpeter alle Fettigkeit zu benehmen, und dass man durch dessen Hülfe nicht allein nach der ersten Anschiessung einen vollkommen geläuterten Salpeter erhalten, sondern auch mit gleichem Vortheil die von den Krystallen abgeschiedene Lauge, als einen Zusatz bey den folgenden Läuterungen und Anschiessungen brauchen kann. Und weil (nach §. 5. *G.*) selbst die Mutterlauge, durch Kohlenstaub zum Anschiessen geschickt gemacht werden kann, so würde auch wahrscheinlich der Gebrauch des Kohlenstaubes sehr vortheilhaft seyn, um bey dem ersten Sieden der Rohlauge, von den Salpetersiedern eingeführt zu werden.

§. 12. Da alle Arbeiten im Grossen andere Betrachtungen und andere Handgriffe erfordern, als wenn man mit kleinen Mengen zu thun hat, so kann ich aus meinen angeführten Versuchen [nicht] mit Gewissheit urtheilen, wieviel Kohlenstaub gegen dem Salpeter bey grossen Läuterungen genommen werden müsse. Aller Wahrscheinlichkeit nach würden viel weniger,

als $2\,^1/_2$ Loth auf das Pfund hinlänglich seyn. Die Bestimmung davon wird sich bey grössern Versuchen darstellen, da auch die übrige Bearbeitung sich am besten zeigen wird.

Wenn bey grossen Läuterungen die Fettigkeit sich in Schaum verwandelt, so könnte auch vielleicht der Kohlenstaub zugleich bey der Abschäumung von der Lauge abgeschieden werden; das Seyhen würde denn entbehrlich, und die Kosten bey dieser neuen Zurüstung ganz unbedeutend seyn. Wenn man aber auch das Durchseyhen nicht entbehren könnte, so hoffe ich doch, dass diese etwaigen Kosten reichlich, durch den Vorzug eines weit reineren Salpeters, und bey dem Schiesspulver-machen, durch ein vortrefflicheres Pulver ersetzt werden würden.

XXVIII.

Anmerkungen über die Bestandtheile des Weingeistes und die Unreinigkeiten im Kornbrannteweine *).

Die chemische Analyse wird öfters dadurch erschwert, dass neue Verbindungen, während der Versuche, auf eine unmerkbare Weise entstehen. Man wird dadurch verleitet, unrichtige Begriffe von der Zusammensetzung des Körpers zu fassen, weil solche Stoffe keine wahre Bestandtheile des Körpers waren, jedoch von ihm geschieden zu werden scheinen. Hieraus ist es auch entstanden, dass man aus verschiedenen Versuchen sehr ungleiche Schlussfolgen gezogen hat, besonders bey Untersuchungen derjenigen Körper, die vom Gewächs- oder Thierreiche abstammen, deren entferntere Bestandtheile mannigfaltigerweise verändert und umgestaltet werden können. — Zu diesen Körpern kann man mit Recht den Weingeist zählen, über dessen Zusammensetzung man bis jetzt ungewiss ist, obgleich sowohl ältere als neuere Chemisten sich viele Mühe um seine Kenntniss gegeben haben. — Weil man gefunden hat, dass Oehle aus den mehrsten brennbaren Korpern der organischen Naturreiche erhalten werden können, so hat man von jeher geglaubt, die Ursache der Brennbarkeit des Weingeistes stecke in einem verborgenen Oehle. Diese Meynung wurde bestätigt durch Voigt's Versuch, welcher, nach Kunkels Berichte, schon 1685 nach einer gelinden Destillation, von einem altem Weingeiste ein weisses und klares Oehl erhalten haben soll a). Eben so hat Hr. Westendorff neuerlich angegeben, dass er, durch die Boerhaavische Destillationseinrichtung, aus dem Weingeiste Oehl abgeschieden hat b). — Dagegen hatte sich Kunkel alle Mühe gegeben, um zu beweisen, es könne kein öhligtes Wesen in dem Weingeiste befindlich seyn, den er vielmehr nur aus salinischen Stoffen zusammengesetzt zu seyn glaubte c). Boerhaave sah den Wein-

---

*) Crells chem. Annal. 1794 I. S. 158—177.

a) Wieglеb, Geschichte der Chemie. B. I. S. 31

b) Diss. de opt. acet. conc. conf. ratione. Crell Ann. 1786. B. I. S. 235.

c) Weigel, Einleit. zur allgem. Scheidek. St. I. S. 372. 374. 375.

geist als nahe mit Oehlen verwandt an, glaubte auch, er sey aus verschiedenen Theilen zusammengesetzt, dass aber diese nur durch das Feuer auseinandergesetzt werden könnten d). Nachdem die Stahlsche Lehre vom Phlogiston von den Chemisten angenommen worden ist, haben Carthäuser, Macquer e) und mehrere f), die Gegenwart eines Oehls im Weingeiste bestritten, und weil sie auch keinen andern bekannten brennbaren Körper als Bestandtheil des Weingeistes gewahr wurden, so sahen sie, selbst das sogenannte Phlogiston, als einen seiner nächsten Bestandtheile an. Macquer führte zwar an, dass etwas Oehl allemal zurückbleibt, wenn auch der höchstgereinigte Weingeist sehr langsam abdunstet; weil aber dessen Menge äusserst gering ist, so hielt ich es für wahrscheinlich, es sey nur eine fremde Einmischung, von der man, aller Behutsamkeit beym Filtriren ungeachtet, den Weingeist nicht völlig befreyen kann. Die ehemaligen Begriffe vom Phlogiston sind mehrentheils schwankend gewesen; da man ihn aber jetzt nicht anders als einen Stoff ohne alle Schwere ansieht, so kann man sich schwerlich vorstellen, wie dieser der hauptsächlichste Bestandtheil eines so schweren Körpers, wie der Weingeist, seyn könnte. Auch sind die neuesten Chemisten beynahe einstimmig bey der Meynung geblieben, dass ein feines Oehl in dem Weingeiste verborgen liege. Und ob es schon mehreren, die die Versuche des Hrn. Voigt und Westendorff nachgemacht haben, nicht gelungen ist, unmittelbar durch blosse Destillation eines wohlgereinigten Weingeistes, Oehl zu bekommen g), so ist man doch mehr geneigt gewesen, zu glauben dass das Oehl des Weingeistes sehr nahe mit den übrigen Theilen verbunden sey, als dass es sich darin nicht befinde. Durch die Hülfe anderer Stoffe, wie bey der Bereitung des Aethers aus Weingeist und Säuren, hat man das Erscheinen der Oehle genugsam bemerkt. — Man hat auch allgemein bekannt, dass das Wasser ein Bestandtheil des Weingeistes sey. Weil aber Oehle sich mit dem Wasser nicht unmittelbar vereinigen, und diese Vereinigung durch Salze öfters geleistet wird, so hat man im Weingeiste, ausser Oehl und Wasser, einen dritten oder salinischen Stoff finden wollen h), der wahrscheinlich von säuerlicher Natur wäre, weil während der Gährung nebst dem Weingeiste allemal etwas Säure zum Vorschein kommt; ohnedem schien dieses auch durch das Verhalten des Weingeistes mit andern Stoffen, besonders mit alkalischen Salzen und Erden, bestätigt zu werden i). Kunkel hatte schon bemerkt, dass der Weingeist, der vielmal über gebranntem Kalke abdestillirt worden, zuletzt so schwach geworden sey, dass er dem reinen Wasser sehr nahe kam; der Kalk hätte dagegen salzige Eigenschaften bekommen k). Hellmont hatte vorgegeben, dass das kaustische Laugensalz eine ähnliche Wirkung ausübe l). Da nun die vornehmste Wirkung dieser Stoffe darin besteht, dass sie sich mit Säuren verbinden, und die Säuren aus andern Vereinigungen abscheiden, so hätte man aus den angeführten

---

d) Elem. Chem. T. I. p. 2. De Alimento ignis.

e) Dictionn. de Chim. Edit. 2. T. II. p. 22.

f) Betracht. über die Gährung, von G. F. J. v. P. Halle 1784. S. 33.

g) Westrumb, Phys. chem. Abhand. B. I. H. I. S. 76.

h) Stahl, 10 Opusc. Phys. Chim. Medicum. p. 145. Fundam. Chem. T. III. p. 48. 49.

i) Junker, Consp. Chem. Tab. LXXV. VI. 1. 3. Neumann Praelect. Chem. p. 66.

k) Junker a. a. O. Tab. LXXV. V. 7.

l) Boerhaave, Elem. Chem. T. II. Proces. LXXX.

Versuchen Anleitung genug, zu schliessen, der Weingeist sey durch die Absonderung seiner eigenthümlichen Säure zerlegt worden. Mangolds Versuch, dass der Weingeist, über feuerfestem Laugensalze destillirt, dieses mit Essig vereinigt zurücklasse m), schien klärlich zu beweisen, dass die Essigsäure ein Bestandtheil des Weingeistes sey, welches auch um so viel glaublicher war, weil der Essig nicht nur diejenige Säure sey, die am deutlichsten bey der Gährung entstehe, sondern auch weil der reinste Weingeist, mit Wasser vermischt, nach und nach in Essig verwandelt werden kann. Jedoch hätten viele, wie Boerhaave, geglaubt, die Säure des Weingeistes sey nur eine zufällige Unreinigkeit n). Scheele ging einen Mittelweg, und betrachtete die Säure als einen entfernteren Bestandtheil. Der Weingeist sey aus einem feinen Oehle zusammengesetzt, das durch Phlogiston und gebundenen Wärmestoff mit Wasser vereinigt sey. Dieses Oehl würde durch fernere Zerlegung, wenn sein Phlogiston abgenommen wird, in Essig verwandelt o). Die Versuche Scheelens, wodurch die nahe Verwandschaft zwischen den Gewächssäuren entdeckt war, sind nach ihm von Anderen verfolgt; und da man erkannt hat, dass der Essig aus Sauerkleesalz- und Weinsteinsäure durch die Salpetersäure hervorzubringen sey, wie auch, dass diese beyden Säuren auf demselben Wege vom Weingeiste erhalten werden können, so schloss Hermbstädt aus seinen Versuchen, dass die Sauerklee- oder Zuckersäure der nächste Bestandtheil des Weinöhls sey p), wie auch Hr. v. P., dass der Weingeist aus Phlogiston, Wasser und Zuckersäure bestehe q). Hr. Westrumb aber, dem es zuerst gelungen war, die Weinsteinsäure aus dem Weingeiste herauszubringen, schliesst, dass diese schon in dem Weingeiste fertig liege, und dass die Sauerklee-Salzsäure, so wie der Essig, durch dessen fernere Entbrennbarkeit entstehe r). Durch diese Erfahrungen ward auch Hr. Wiegleb überzeugt, dass der Weingeist als eine versüsste Weinsteinsäure anzusehen sey s), ob er schon zuvor von der entgegengesetzten Meynung eingenommen war, dass der Weingeist nur aus einem ätherischen Oehle und Wasser bestehe t), und dass die Zuckersäure eigentlich von der bey den Versuchen gebrauchten Salpetersäure abstamme u). — Nachdem aber die Kenntniss

---

m) Fortgesetzte chem. Erfahrungen.

n) Boerhaave l. c.

o) Kgl. Sv. Vet. Ac. Handl. 1782. 1 Quart.

p) Physik. chem. Vers. und Beobacht. B. I. S. 77. Hrn. Hermstädts Lehrsatz, dass das Weinöhl ein einfacheres Wesen, als der Aether, sey, scheint der Meynung des Hrn. Scheele nicht zuwider zu seyn, sondern vielmehr damit nahe übereinstimmend, weil Scheele deutlich zeigte, dass in allem gewöhnlichen Aether etwas von der Säure, wodurch er bereitet war, befindlich sey: obwohl die geringe Menge dieser von ihm gefundenen Säure, ihm Anleitung gab, nicht zu behaupten, sondern nur nicht für unglaublich anzusehen, dass auch vielleicht ein Aether, ohne irgend eine fremde Säure zu haben, entstehen konnte. (Das Wort *Smitta*, dessen sich Scheele bedient hatte, ist mit *Verunreinigung* übersetzt, (Annal. 1784. B. 2. S. 347.), bedeutet aber im Schwedischen öfters nur soviel, als eine kleine Beymischung, und wird auch von wahren Bestandtheilen gebraucht.

q) Betrachtungen über die Gährung.

r) Physik. chem. Abhandl. B. 1. Heft. 1.

s) Geschichte der Chemie. B. 2. S. 328—350.

t) Handbuch der allgem. Chemie. B. 2. § 1408. 1:ste Aufl.; bey der 2:ten Aufl. hatte Hr. Wiegleb schon seine Meynung verändert.

u) Crells Ann. 1784. St. 7. 8.

der Säuren vorzüglich durch die unverdrossene Mühe des Hrn. Lavoisier sehr viel vermehrt worden ist, und kaum Jemand nunmehr bezweifeln wird, dass die Säuren, welche aus verschiedenen Gewächsstoffen, wie Zucker, Gummi, Oehlen u. m. nicht darin fertige waren, sondern nur dann zum Vorschein kommen, wenn dieselben Stoffe, oder einige ihrer Bestandtheile sich mit einem andern Wesen, dass Hr. Lavoisier *Oxygene* nennt, verbinden x), so verschwinden auch alle die Gründe, wodurch man bewogen war, eine schon bereitete Gewächsäure in dem Weingeiste zu betrachten. Und obwohl man noch nicht zur vollkommenen Kenntniss von den nächsten Bestandtheilen des Weingeistes gekommen ist, so lange die Analysis durch die Synthesis nicht bekräftet ist, so scheint doch von allen bisher gemachten Untersuchungen, die des Hrn. Bertholletz die meist befriedigende zu seyn, und seine Meynung die wahrscheinlichste, dass ein reiner Weingeist aus einem reinen Oehle, Zucker, brennbaren Luftstoff (Hydrogene) und Wasser bestehe y). Denn alle diese Stoffe hat er aus dem Weingeiste abscheiden können, vornemlich wenn er die Zerlegung durch entbrennbare (oxygenirte) Kochsalzsäure verrichtet. — Seit langer Zeit ist man darin einig gewesen, dass aller Weingeist, wenn er völlig gereinigt worden, von einerley Beschaffenheit sey, und dass die Verschiedenheiten des Geruchs und Geschmacks im Branntwein nur von eingemischten fremden Unarten herrühre. Allein die Natur dieser Unarten ist so vielmehr ungewiss und unhinlänglich gewesen, da man noch keinen hinlänglichen Vorrath davon zum Untersuchen aus den Branntweinen hat abscheiden können. Das unangenehme Wesen im Kornbranntweine, das ihm den Nahmen *Fusel* giebt, ist besonderer Aufmerksamkeit würdig gewesen, weil man bemüht gewesen ist, ihn abzuscheiden. Man sieht, dass er mehr flüchtig als der Weingeist ist, weil er bey der Destillation des Branntweins allemal am häufigsten in dem letzten Phlegma sich befindet; daher man auch ohne allen Zusatz, durch viele wiederholte Destillationen den Branntwein mehr und mehr reinigen kann, wiewohl man auf diese Art schwerlich einen völlig reinen Geist erhält. Seit Kunkels Zeit haben viele geglaubt, der Fuselstoff habe grössere Anziehung zum Wasser als zum Weingeiste, weil, nach seiner Entdeckung, der Branntwein leichter gereinigt wird, wenn er mit Wasser vermischt, und darnach behutsam abdestillirt ist, und diese Operation mehrmals wiederholt wird z). Dieser Ausweg zur Reinigung des Branntweins ist auch

---

x) Dieser Lehrsatz gründet sich auf so deutliche und so allgemein bekannte Thatsachen, dass ihn kaum Jemand leugnen wird, um so viel mehr, da er auch mit den Erklärungen derjenigen, welche Lavoisiers System nicht angenommen haben, übereinkommt. Denn nach Sheele entstehen Säuren, wenn gewisse brennbare Körper ihr Phlogiston verlieren, welches kein Gewicht hat, und dagegen sich mit einem andern Elementarstoffe, *principium Salinum*, das auch kein Gewicht hat, vereinigen, gewinnen aber zugleich eine bedeutende Vermehrung des Gewichts, durch eine Menge Wasser, welches zugleich sich mit einschleicht. Dieses princip. Salin. nebst dem Wasser, machen, nach Hrn. Scheele, die reine Luft aus, wenn sie mit der Wärme verbunden werden; eben so, als nach Hrn. Lavoisier die reine Luft aus Oxygene und Wärme besteht. H. Westrumb folget in der Hauptsache der Meynung Scheele'ns, indem er das Vermehren des Gewichts der entstehenden Säuren aus dem Wasser herleitet, welches der Körper einsaugt, und betrachtet die reine Luft, ihrem ganzen Gewichte nach, aus Wasser bestehend.

y) Memoires de l'Acad. de Paris. 1785. p. 308.

z) Junker, Consp. Chem. Tab. LXXV. V. 6. Stahl, Fund. Ch. T. 2. b. f. 72. Einige haben diese Erfahrung der stärkeren Anziehung des Wassers zum Weingeiste, als des Weingeistes zu der Verunreinigung,

am allgemeinsten befolgt worden, weil er zu gemeinen Bedürfnissen gut genug ist. Will man aber einen völlig gereinigten Weingeist haben, so wird der Zweck auch hiedurch um so viel leichter verfehlt, da der anhangende Fuselstoff als ein Mittel wirkt, einen Theil des Wassers bey dem Weingeiste zu befestigen. Da es nun wahrscheinlich war, dass die Unart des gewöhnlichen Branntweins salzartig sey, so konnte man natürlich glauben, sie sey eine Säure, weil eine Säure im unrectificirten Branntweine allemal zu finden ist. Dieses schien durch die Erfahrung bestätigt zu werden, da der üble Geschmack verloren geht, wenn man den Branntwein über solche Mittel abstrahirt, die die Säuren binden können. Boerhaave erzählt, dass ein Gewächslaugensalz, das man mehrmals bey der Bereitung des Alkohols zugesetzt hat, zuletzt nicht mehr hiezu gebraucht werden konnte, weil es in geblätterte Weinsteinerde verwandelt worden war a) und Tielebein, der die Menge und die Eigenschaften der Säure des Kornbranntweins genauer bestimmen wollte, erhielt 5 Qu. starken Essigs aus 160 Pf. Branntweins b). Da aber diese Säure auch in den mehr reinschmeckenden Branntweinen befindlich ist, so sahe man leicht ein, der Fuselstoff könnte nicht allein davon beruhen. Boerhaave schrieb die Verunreinigungen der Branntweine nicht allein einer Säure zu, sondern einem stinkenden Oehle, das schwerer abzuscheiden sey c). Eben so leitete Stahl den Geruch und den unangenehmen Nachgeschmack der unrectificirten Branntweine von einem Oehle her d). Auch schloss Hr. ten Haaff aus seinen Versuchen mit Weinhefen und Getreidearten, dass in diesen Stoffen eigentliche Oehle befindlich seyen, die dem daraus zu erhaltenden Branntweine seinen besondern Geruch und Geschmack beybringt e). Scheele ging noch weiter. Er sammelte den Bodensatz, der sich in der Kälte vom schwachen Kornbranntweine abscheidet, und fand darin Eigenschaften eines festen Oehls, von dem er vermuthete, es scheide sich während der Gährung von den Getreidearten. Dass die Hauptsache des Fuselgeschmacks in diesem Oehle liege, war deutlich zu sehen, wenn er etwas davon in französischem Branntwein auflöste, weil dieser den Geschmack des gemeinen Kornbranntweins dadurch bekam f). Endlich hat Hr. Westendorff erwähnt, dass er durch behutsame Destillationen aller Arten von Branntwein Oehle erhalten hat, die nach der Verschiedenheit der Branntweine verschieden waren. Das aus dem Kornbranntweine liess sich schwerer abscheiden, war von dickerem Zusammenhange und gelber Farbe, als das vom Franzbranntweine g). Dagegen soll Hr. Klaproth, nach dem Berichte des Hrn. Hermbstädts, für wahrscheinlicher gehalten haben, dass der üble Geschmack der Kornbranntweine von dem in Getreidearten befindlichen thierischen Gluten herzuleiten sey h). Allein man mag diesem Wesen, welche Benennung man will, beylegen, so ist

---

zugeschrieben. Diese von ihrem Auflösungsmittel abgesondert, gebe, kraft seiner geringern Flüchtigkeit, dem Weingeiste Freyheit, reiner überdestillirt zu werden.

a) Elem. Chem. T. 2. Proc. XLIX.
b) Crell, Chem. Ent. Th. 11. S. 117.
c) Loc. cit. Proc. XLVII.
d) Fundam. Chem. T. 2. b. p. 160.
e) Crell, Chem. Entd. Th. 12. S. 173.
f) Crell, Ann. 1785. B. 1. S. 61.
g) Ebend. 1786. B. 1. S. 235.
h) Ebend. 1786. B. 2. S. 53.

es doch schon lange ausgemacht, dass es gehindert werde, mit dem Geiste zugleich überzugehen, wenn dem Branntweine alkalische Salze und Erdarten beygemischt sind. Daher auch Stahl befonders den Zusatz von feuerfestem Alkali anrieth i). Andere haben, der geringeren Kosten wegen, Asche vorgeschlagen, und Kunkel rühmte die Wirkung des gebrannten Kalkes, wenn nur der Weingeist nicht zu vielmal darüber abgezogen wird k). So hatte auch neuerlich Hr. Lichtenstein angegeben, dass der üble Geschmack des Kornbranntweins durch zugesetzten gebrannten Kalk weggenommen werden kann: entweder wenn der Kalk zuvor im Wasser aufgelöst war, oder wenn er nur bey der Kälte im Branntweine selbst langsam gelöscht worden ist, ehe man mit der Destillation anfängt. Bey der Untersuchung des Rückbleibsels nach der Destillation, fand er ihn von Säure trübe werden, wobey zugleich ein starker Fuselgeruch entstand, zum Beweise, dass der Fuselstoff mit dem Kalke verbunden worden war l). Doch hat man den gebrannten Kalk als ein Mittel, den Kornbranntwein zu reinigen, nicht allgemein annehmen können, weil man davon öfters unangenehme Wirkungen erfahren hat. Neumann hatte bemerkt, dass der damit destillirte Branntwein einen herben Geschmack und Geruch erhalte, auch einen Verlust an geistigen Theilen erlitte m). Dasselbe hat Hr. Westrumb bekräftigt, indem er mehrmals fand, dass ein über Kalk abstrahirter Branntwein einen hässlichen und brennenden Kalkgeschmack bekomme n). Da man aber auch an der Wahrhaftigkeit der vorhergenannten Chemisten nicht zweifeln kann, so scheint es, dass die unangenehme Wirkung des Kalkes entweder von fremden flüchtigen Stoffen herrühre, die sich im gebrannten Kalke oft befinden, oder von der ungleichen Gewaltsamkeit, womit der Kalk auf den Weingeist wirkt, nach seiner verschiedenen Kausticität, seinem Verhältniss gegen den Branntwein, dem Feuersgrade oder andern Umständen, die aufgesucht werden könnten, damit ihnen vorgekommen werde. Ausser den angeführten Zusätzen findet man sowohl von ältern als neuern Chemisten einige andere angepriesen, wie Kochsalz, Salmiak, Alaun, Vitriol mit mehreren Neutral- und Mittelsalzen, deren Wirkung vorzüglich seyn soll, wenn sie ihres Krystallwassers beraubt worden sind. So hat man die Wirkung von getrocknetem Brod, Bernsteinpulver, Spiesglanzblumen und andern trocknen Stoffen gut befunden. Aber keins von allen bisher vorgeschlagenen Mitteln scheint grössere Vortheile versprochen zu haben, als wohl ausgebranntes Kohlenpulver, dessen ausgebreiteter Nutzen um allerley Flüssigkeiten von fetten und zähen hinzugemischten Sachen zu reinigen, Hr. Lowitz ausführlich beschriehen hat. Ein Theil Kornbranntwein mit $^1/_{11}$ seines Gewichts von Kohlenstaub vermischt, verliert sogleich seinen Fuselgeruch und Geschmack, und giebt bey der Destillation einen sehr reinschmeckenden Branntwein, der dem französischen sehr nahe kommt. Das letzte Phlegma nach der Destillation behält auch einen reinen Geschmack o). Will man die Destillation vermeiden, so wird das Durchseyhen genug seyn. Ist die Menge des Kohlenstaubs zu geringe, so wird der Brannt-

---

i) Fundam. Chem. T. II. b. p. 160.
k) Junker, Conspect. Chem. Tab. LXXV. V. 7.
l) Crell Ann. 1786. B. 2. S. 306.
m) Praelect. Chem. p. 67.
n) Crells Ann. 1787. B. 1. S. 56.
o) Crells Ann. 1788. B. 2. S. 131.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY MASS.

wein zerstört, und man erhält weniger Geist. Hr. Lowitz räth daher an, in der Blase unter beständigem Umrühren zu dem kalten Branntweine nach und nach Kohlenstaub zuzumischen, bis dass die Probe, die man öfters ausnimmt, mit heissem Wasser vermischt, keinen Korngeruch verräth p). — Da es kaum glaublich ist, dass so verschiedene Substanzen, wie die angeführten, auf ganz einerley Art wirken sollten, so könnte man aus ihrer gemeinsamen Eigenschaft, dem Kornbranntwein zu reinigen, schliessen, dass die Unart aus mehreren ungleichartigen Theilen zusammengesetzt sey; und da die Stoffe, welche vorzüglich vermögend sind, den Branntwein zu reinigen, die Zusammensetzung des Weingeistes auch zerstören können, wenn sie in zu grosser Menge zugemischt werden, so scheint es, dass die Bestandtheilen des Weingeistes viele Aehnlichkeit haben, dass aber der Zusammenhang zwischen jenen weniger fest sey, als das Band zwischen den Theilen des Weingeistes. Weil also, nach dem zuvor Angeführten, die Bestandtheile des Weingeistes wahrscheinlich aus einem Oehle, das vermittelst einem Zucker, oder Gummi mit brennbarem Luftstoffe und Wasser vereinigt ist, bestehen, so könnte man auch annehmen, dass der Fuselstoff aus einem öhligten Stoffe besteht, welches durch eine salzartige Einmischung in wässrigtem Weingeiste auflösbar geworden ist. Dann liesse es sich auch erklären, dass ein häufig zugemischtes Wasser den Branntwein zu reinigen vermögend ist, weil es die salzartigen Theile anzieht; die alkalischen Salz- und Erdarten aber, weil sie noch die öhligten Theile binden können; diese letzten scheinen sich auch besonders an den Kohlenstaub und andere absorbirende Körper anzuheften; dagegen die trockenen Neutralsalze vorzüglich auf das Wasser wirken, welches als ein Mittel dient, den Weingeist mit dem Fuselstoffe zu vereinigen. Daher ist es nicht unglaublich, dass man seinen Zweck, den Branntwein zu reinigen, gleichwohl erlangen kann, wenn man nur einen von den Bestandtheilen des Fuselstoffs völlig abzuscheiden vermag; die übrigen werden dann ihren Zusammenhang mit dem Weingeiste bald verlieren. — Aus diesem wird man auch vermuthen können, dass *Säuren* als Reinigungsmittel dienen konnten, weil man weiss, dass starke Säuren, in grosser Menge mit dem Weingeiste vermischt, den Zusammenhang von diesem zerstören können. Man findet zwar, dass Einige die Mineralsäuren bey den Branntweins-Destillationen zugesetzt haben; aber deren Absicht scheint mehr gewesen zu seyn, einen Geruch oder Geschmack von Aether in dem Branntweine fühlbar zu machen, als die fremden Stoffe wegzunehmen. Nach dem Berichte eines anonymen Autors q), soll nach Eckards Vorschlage, bey einem grossen Werke Scheidewasser angewandt werden, zur Vermischung mit dem Kornbranntweine. Dieser soll dann, nachdem er destillirt und auf eichene Fässer gefüllt, darin eine lange Zeit ruhig gestanden hat, an Geschmack und Farbe viel Aehnlichkeit mit dem Franzbranntweine erhalten haben. Hr. Wiegleb erzählt, dass rectificirter Kornbranntwein, nochmals über Colcother destillirt, am Geruch und Geschmack dem französischen ähnlich geworden sey, und dass die Flussspathsäure den Branntwein noch mehr veredelt, indem sie ihn dem Arak ähnelt r). — Ueberhaupt scheinen die Säuren zur Verbesserung des Kornbranntweins

p) Crell Ann. 1791. B. 1. S. 321.

q) Verbesserter Brau- und Branntweinbr. Leipzig. 1787. S. 203.

r) Handb. der allgem. Chemie. B. 2. §. 1409.

beytragen zu können, entweder dadurch, dass sie eine Art von Aether hervorbringen, der durch seine angenehmen Eigenschaften das Unangenehme weniger fühlbar macht; oder auch, dass sie eine Coagulation des öhligten Stoffs, den man als die Ursache der Fuselart betrachtet, verursachen, wodurch dieser weniger flüchtig wird, und dem reinen Branntweine Freyheit lässt, allein bey der Destillation überzugehen. Aus diesen letzten Ursachen scheint Hrn. Nyströms Mittel, gemeinen Kornbranntwein durch eine geringe Menge einer verdünnten Vitriolsäure zu verbessern, nützlich zu seyn, und verdient so viel mehr Aufmerksamkeit, da er von allen bisher vorgeschlagenen der bequemste ist, und wenig kostet. Denn obwohl die Kohle ein Wesen ist, das man leicht immer wohlfeil haben kann, so sind doch das Stossen und Sieben derselben beschwerliche und unangenehme Arbeiten, und da es bey Unvorsichtigkeit sehr leicht geschieht, dass entweder der Kohlenstaub nicht völlig ausgebrannt ist, oder dass er aus der Luft fremde Dämpfe eingesogen hat, welches nach dem Brennen bald geschehen kann, wodurch der Branntwein einen Nebengeschmack bis zum Ekel erhalten kann, so wäre es zu wünschen, dass man statt der Kohlen einen andern Stoff ausfinden könnte, der mit weniger Beschwerlichkeit und grösserer Sicherheit eben in ungeübten Händen dieselbe gute Wirkung thun könnte. — Das *Anbrennen* des Branntweins sollte niemals statt finden, weil es durch bekannte Handgriffe leicht verhindert werden kann; wenn es aber aus Unbehutsamkeit entsteht, so sind Angaben von sichern Gegenmitteln dagegen um so viel mehr willkommen, als man sie bis jetzt fast gänzlich vermisst hat. Der Stoff, der das Anbrennen ausmacht, ist sehr flüchtig, und folgt demnach dem Weingeiste beständig bey den Rectificationen, wenn diese auch noch so oft wiederholt werden. Die Theorie hat auch noch kein zuverlässiges Mittel angegeben, um diesen Fehler zu verbessern, weil die Natur der Unart noch unbekannt ist. Sollte sich die Meynung des Hrn. Klaproths bestätigen, dass der Fuselstoff aus den animalischen Gluten entsteht, so wird wahrscheinlich das Anbrennen im Kornbranntweine aus einem empyreumatischen Oehle und flüchtigem Laugensalze herrühren. Es ist auch bekannt, dass der Weingeist nicht allein sich leicht mit flüchtigem Laugensalze verbindet, sondern dass er auch insgemein eine so starke Anziehung zu Alkalien hat, dass selbst feuerfestes Laugensalz dadurch flüchtig gemacht werden kann s). Nach dieser Meynung sollte man natürlich schliessen, dass das wahre Mittel gegen Anbrennen unter den Säuren zu suchen sey. Hiemit trifft es auch überein, dass man gewöhnlich den Zusatz von Weinstein gegen das Anbrennen vorschreibt. Weil aber dieses Salz sich schwer im Wasser, und noch schwerer im Branntweine, auflösen lässt, so kann es so leicht nicht sich mit allen Partikeln des angebrannten Stoffs, der im Weingeiste aufgelöst ist, verbinden. Daher sollte man einer andern Säure, die sich leicht mit dem Branntweine mischt, und feuerfest genug ist, um mit dem Geiste nicht zugleich in Dämpfe verwandelt zu werden, den Vorzug geben. Herr Demachy sagt, dass Einige eine concentrirte Vitriolsäure zu angebranntem Branntweine mischen, wodurch der Anbrennensfehler verschwindet, weil die Unart, nach seiner Meynung harzartig wird. Er räth aber vom Gebranche dieses Mittels ab, weil auch die eigentlichen Bestandtheile des Brannt-

s) Boerhaave räth daher an, bey der Zubereitung des Alcohols durch feuerbeständiges Alkali, etwas Vitriolsäure zu dem Geiste vor der Destillation zu mischen. Elem. Chem. T. II. Proc. XLIX.

weines dadurch zum Theil zerstört und verbrannt werden, und das übrige einen fremden und herben Geschmack erhält t). Die Ungelegenheit bey diesen Versuchen ist vermuthlich daraus entstanden, dass man eine concentrirte Säure, oder zu viel davon gebraucht hat. Wenn aber die Vitriolsäure, nach dem Vorschlage des Hrn. Nyströms, mit vielem Wasser verdünnt ist, so wird man keine Gefahr einer entstandenen Hitze oder der Verbrennung der geistigen Theile haben; wobey also die gewünschte Wirkung allein erlangt wird. Der Versuch des Hrn. Nyströms scheint auch Anleitung zu näherer Untersuchung des Anbrennstoffes zu geben, wenn man die Natur des Rückstandes nach der Destillation prüft, ob er Vitriolsalmiak enthält u. s. f. Die einzige Ungelegenheit, die man von dem Gebrauche der Vitriolsäure zu befürchten hätte, ist, dass das Metall der Blase davon angegriffen werden kann. Wenigstens scheint dieser Zusatz in einer eisernen Pfanne nicht rathsam zu seyn. Eine kupferne Pfanne, die nicht merklich bey jeder Destillation angegriffen wird, mögte doch vermutlich eher verzehrt werden, wenn der Branntwein mit Vitriolsäure immer darin destillirt werden sollte, als wenn man diesen sauren Zusatz nicht braucht. Es kann doch seyn, dass dieser Schade von dem Vortheile weit überwogen wird.

t) Distillateur Liquoristi. p. 1. Chap. VIII

XXIX.

Von einer schwarzen, schweren Steinart aus Ytterby Steinbruch in Roslagen in Schweden *).

Vom Hrn. Prof. J. Gadolin. **)

Diese, wegen seines vorzüglichen Gewichts, werkwürdige Steinart, ist zuerst von Herrn Cap. Arrhenius, im Ytterby Steinbruch, $^1/_4$ Meile von Waxholms Festung, wo ein weisslicher Feldspath für die Porcellainfabrik zu Stockholm ausgegraben wird, gefunden. Einige seiner Eigenschaften sind von Hrn. Geijer (in v. Crells Ch. Annal. 1788. B. 1. S. 229.) wie auch von Hrn. Rinman (in seinem Bergwerks-Lexicon, Art. *Pechstein*) beschrieben, Weil aber die wenigen bisher damit gemachten Versuche die Natur dieser Steinart nicht befriedigend darstellen, so wollte ich eine fernere Untersuchung damit anstellen, als ich mit einem kleinen Vorrath davon, durch Hrn. Arrhenius versehen worden.

§. 1. Diese Steinart fand sich, in der mir zugesandten Probe, theils in *dichten Nieren*, theils in *parallelen Scheiben*, in einem rothen Feldspath eingestreuet. In den Spaltungen der gleichlaufenden Scheiben war ein weisses Pulver, wie eine oberflächliche Verwitterung zu sehen. In den dichtern Stücken waren bisweilen kleine rothe Feldspathkörner sichtbar. Dem Ansehen nach ist die Steinart *schwarz*, *völlig undurchsichtig*. Vielleicht mag dieses bisweilen anders seyn, weil Hr. Rinman sie mit einem schwarzen durchsichtigen Glase verglich. Der *Bruch* ist *muschlicht*, *glatt*, wie von Glas oder Steinkohlen. Sie *hängt nicht sehr zusammen*, so dass

---

*) Crells chem. Ann. 1796. I. 313—329.

**) Obige Abhandlung war von einen Briefe an mich begleitet, der von den 3:ten Jul. 1794 datirt war: allein beydes kam mir erst am 26:sten Marz dieses Jahrs zu Gesicht, wie ich mit Wahrheit versichern kann. Die wahrscheinlichste Ursach davon scheint die, dass der Brief einem Reisenden zur Besorgung aufgetragen wurde, bey welchem er, vielleicht durch sonderbare Umstände, auf lange Zeit verlegt gewesen seyn mag. Indess verliert die Abhandlung an sich betrachtet nichts: wäre sie erst jetzt ausgearbeitet, so würde sie einige Erläuterungen aus Hrn. Prof. Klaproths vortrefflichen Beyträgen erhalten haben. C.

man sie leicht mit Eisen, zuweilen auch mit den Nageln zerbrechen kann. Zerstossen giebt sie ein *grünlicht graues Pulver*. Das Gewicht übertrifft den der gewöhnlichen Steinarten. Nach Hrn. Geijer ist seine spec. Schwere 4,223.; nach Hrn. Rinman 4,03. Das reinste Stück, das ich wägen konnte, war nicht völlig vom Feldspath frey. Seine spec. Schwere fand ich 4,028.

§. 2. Im Feuer eines Löthrohrs schwollt sie etwas, und schmolz schwerlich zu einem schwarzen, blasigen Schlacker. Nach Hrn. Geijer schwillt sie auf und schmelzt nicht. Nach Hrn Rinman giebt sie ein gelbes Glas. Diese Ungleichheiten können entweder von verschiedenen Bestandtheilen, oder von eingemischtem Feldspath herrühren. Der rothe Feldspath allein schmolz vor dem Löthrohr zu einem weissen Email. Vom *Soda-Alkali* wurde sie zu einem weissen undurchsichtigen Glase aufgelöst, vom *Borax* zu einem kolophoniumfarbenen durchsichtigen Glase, das nach dem Erkalten weissgelb wurde. *Weinsteinsalz* löste sich schwerlich auf. Die entstandene Perle war, nachdem das Glühen aufhörte, klar gelbbraun, nach dem Erkalten aber halbklar, weiss oder chalcedonfarben. Mit 2 Theilen *Salpeter* vermischt, und in einen glühenden Tiegel gethan, verpuffte sie nicht. Nachdem die Mischung aber eine Stunde einer guten Schmelzhitze ausgesetzt worden war, hatte sie eine leberbraune Farbe erhalten. Diese mit Wasser ausgelaugt, liess ein braunes Pulver, mit einigen schwarzen Partikeln zurück, das aber sein Gewicht nicht geändert hatte. Nach den Erfahrungen der Hrn. Geijer und Arrhenius, liess sich durch Reduction aus dieser Steinart mit zugesetztem Flussspath, 8 bis 10 pro C. von einem eisenhaltenden Metallkönig ausbringen.

§. 3. *A*) 1 Th. der schwarzen Steinart wurde mit 16 Th. *Salpetersäure* (gr. sp. 1,25.) in gelinder Wärme digerirt. Das Pulver wurde angegriffen und allmählig, ohne Bewegung, grösstentheils aufgelöst. Die Auflösung war grünlich, und von einem weissen schwammigten Pulver erfüllt, welches sich in dieser Säure nicht auflösen liess. Nachdem der wässerigste Theil der Säure durch die Wärme abgedünstet worden, ward die Auflösung gallertartig, erhielt aber seine Flüssigkeit wieder, durch Zugiessen reinen Wassers. Der unaufgelöste Theil schied sich auf dem Boden des Gefässes ab. *B*) Eben so verhielt sich das braune Pulver, das nach der Schmelzung mit Salpeter (§. 2.) erhalten war. *C*) Die gepulverte Steinart gab auch mit *Kochsalzsäure* eine grünliche Auflösung. Das Auflösen geschah etwas geschwinder als in Salpetersäure, und verursachte eine geringe Wärme und etwas Aufbrausen. Ein eigener Geruch, der dem hepatischen nicht unähnlich war, liess sich hiebey merken. Nach dem die Säure von der Steinart gesättigt zu werden anfieng, wurde die Farbe gelblichter, und zuletzt hoch braungelb. Wenn die Säure nicht wässerigt war, so hatte die gesättigte Auflösung die Dicke eines Oehls, und das unaufgelöste Pulver, war am Boden zusammengebacken. *D)* Die Kochsalzsäure war auch vermögend von grössern Stücken dieser Steinart die auflöslichen Theile auszuziehen. Einige Luftblasen stiegen von den Stücken auf. Die Steinkörner behielten zwar ihre Gestalt; sie wurden aber nach und nach weisser, und zuletzt halbdurchsichtig weisse, so dass die darinn verborgenen kleinen rothen Feldspathkörner deutlich gesehen werden konnten. Die Auflösung war derjenigen völlig ähnlich, die durch Kochsalzsäure, aus der gepulverten Steinart (*C*) erhalten war. Auch schwebte ein schwammigtes Pulver, obwohl in geringerer Menge, darinn.

§. 4. Der in Salpetersäure *unauflösliche Theile* des pulverisirten schwarzen Steins (§. 3. 4.), ausgelaugt und auf dem Filtrum gesammelt, hatte ein gallertartiges Ansehen, und

ward nach dem Trocknen ein körnigtes, röthliches Pulver, dass $^1/_3$ vom Gewichte des Steins behielt, bisweilen etwas mehr, bisweilen weniger, vermuthlich nach dem Verhältnisse des eingemischten Feldspaths. Dasselbe Gewicht und Eigenschaften hatte auch der nach der Auflösung in Kochsalzsäure enthaltene Rückstand (§. 3. *C, D*). Beyde kamen auch in folgenden überein: Vor dem Löthrohr geglühet erhielten sie nach dem Glühen eine reinere weisse Farbe, schmolzen aber nicht im strengsten Feuer, auch nicht, wenn Flussspath zugesetzt war. Vom Mineralalkali wurden sie mit starkem Brausen zu einem klaren Glase aufgelöst. Das Glas erhielt aber nach dem Erkalten ein etwas milchichtes Ansehen, besonders, wenn es zuvor mit der äussersten Spitze der Flamme angeblasen war. Eben so entstand eine weisse Emailperle, wenn zu dem erhitzten weissen Pulver so viel Salpeter zugesetzt war, als darinn einbringen konnte, und das Ganze darnach stark erhitzt wurde. Vom Borax geschah die Auflösung ohne Bewegung, zu einem klaren Glase. Mit Sal. microcosm. wollten diese Pulver sich nicht vereinigen. Dieses Salz wurde nur zwischen den Pulverpartikeln absorbirt, wodurch die Masse aber ein halbklares Ansehen sich erwarb, schmolz aber nicht zum Glase. Hieraus erhellet, dass der in Säuren unauflösliche Theil grösstentheils aus Kieselerde bestand, dass er aber zugleich etwas anders in sich hielt, welches weniger geneigt war, mit dem Laugensalz zu schmelzen. Nach dem vorerwähnten konnte ich nicht zweifeln, dass in der Mischung etwas Feldspath zugegen war: ob aber zugleich noch ein in Säuren unauflöslicher Metallkalk sich darinn befinden konnte, das wollte ich durch folgenden Versuch erfahren. Ein Theil des in Säuren unauflöslichen Pulvers wurde mit 3 Theilen crystallinischen Mineralalkali zusammengerieben, und in einem Tiegel eine Stnnde gelinde geglühet. Es entstand eine schäumigte lockere Masse, die im Wasser grösstentheils auflöslich war. Das unaufgelöste betrug, nach dem Auslaugen und Trocknen, $^1/_5$ des ganzen Pulvers. Hieraus konnte die Vitriolsäure nur einen geringen Theil ausziehen, und zeigte sich dann als eine Auflösung des Alauns. Das Zurückgebliebene wurde nochmals mit 3 Theilen Mineralalkali vermischt, und geglühet, nachher im Wasser aufgelöst. Es blieb nun kaum der $^1/_{20}$ Theil des zum Versuche zuerst genommenen Pulvers zurück, und dieser Rückstand zeigte noch dieselben Eigenschaften vor dem Löthrohr, als bevor es mit Alkali behandelt war. Er schmolz nemlich, mit Brausen, mit Mineralalkali zusammen, zu einer Perle, die in der Hitze klar blieb, opalisirte aber während des Erkaltens. Da ich diesen Löthrohrversuch mehrmals wiederholte, so fand ich einmal in der Glasperle ein überaus kleines silberweisses Metallkorn, das seiner Geringheit wegen nicht ferner untersucht werden konnte. Weil ich aber dieses nicht öfter bemerken konnte, so konnte es möglich von einer Zufälligkeit herrühren. Von einem geringen Zusatz von Kupferkalk erhielt das Glas eine rubinrothe Farbe. Hieraus ist es nicht unwahrscheinlich, dass etwas Zinnkalk in dem Pulver enthalten seyn konnte. Seine Menge war aber dann so geringe, dass das präcipitirte Zinn nicht deutlich bemerkt werden konnte, wenn ein Eisendrath in die geschmolzene Glasperle gehalten wurde. — Das, was vermittelst des mineralischen Laugensalzes in Wasser aufgelöst war, gab mit Kochsalzsäure einen gallertartigen Niederschlag, der sich in allen wie reine Kieselerde verhielt.

§. 5. *A*) Die Auflösungen in Salpeter- oder Kochsalzsäure (§. 3. *A, B, C, D*), welche $^2/_3$ von dem ganzen Gewicht der Steinart enthielten, geben mit reiner, nicht caustischen Pottaschenlauge zuerst einen bräunlichen, und dann einen weissen Niederschlag, welche zusam-

men, ausgelaugt und in der freyen Luft getrocknet, etwas mehr als das Gewicht des ganzen Steins ausmachten. *B*) Mit caustischem flüchtigen Laugensalz erhielt ich aus denselben Auflösungen einen grauen Niederschlag, der in der Wärme eine dunkelbraune Farbe erhielt. Nachdem flüchtiges Alkali zugethan worden war, konnte auch das milde feuerfeste Laugensalz nichts weiter von den Auflösungen abscheiden. Folglich konnten diese Auflösungen nichts von Schwererde, Kalk oder Magnesia enthalten, welches ferner in dem folgenden bestätigt wird. Der Niederschlag vom flüchtigen Alkali, in Mitteltemperatur getrocknet, betrug etwas mehr als das ganze Gewicht des schwarzen Steins, wurde aber durch Glühen, zu $^2/_3$ Theilen dieses Gewichts zurückgebracht. Eben so verhielten sich auch die Niederschläge durch feuerfestes Alkali (*A*). Beyde diese Niederschläge zeigten auch einerley Verhalten vor dem Löthrohr. Nach dem Ausglühen wurden sie dunkler und härter, und erhielten im stärkern Feuer ein schlackenähnliches Ansehen, schmolzen aber nicht. Mit Borax gaben sie ein klares, grünliches oder schwarzes Glas nach der Menge des Pulvers. Mit Sal. microcos. ein klares Glas, worinn einige weisse Partikeln schwebten, wenn eine grössere Menge vom Pulver genommen war, als die sich von diesem Salze auflösen konnte. Der weisse Niedershchlag, den die Pottaschenlauge zuletzt absonderte, allein gesammelt und getrocknet, erhielt ein blasses röthlich graues Ansehen, verhielt sich aber vor dem Löthrohr, wie die vorigen, ausgenommen, dass das Boraxglas etwas klarer wurde, und von der äussern Flamme eine Hyacinthfarbe bekam, die zuletzt ganz undurchsichtig wurde, wenn die äusserste Spitze der Flamme lange darauf gewirkt hatte; durch die blaue Flamme aber wurde die Klarheit wieder hergestellt. *C*) Die *Macquer'sche Blutlauge* gab mit den erwähnten Auflösungen einen häufigen blauen Niederschlag, worinn etwas eingemischtes weisses Pulver zu sehen war. Aus 100 Theilen der schwarzen Steinart wurden 41 Theile solchen Niederschlags erhalten, welche mit der Menge des Berlinerblaus, das durch dieselbe Blutlauge aus einer Auffösung von reinem geglühten Eisenkalk erhalten war, verglichen, die Gegenwart von 12 Theilen solchen Eisenkalks zu erkennen gaben. Die helle, nach Abscheiden des blauen Niederschlags zurückgebliebene Lauge gab mit luftgesäuertem Gewächsalkali einen weissen Niederschlag, der ausgelaugt und in der freyen Luft getrocknet 87 Theile betrug. Dieser verlor $^1/_3$ Theil seines Gewichts, wenn er mit einer concentrirten Auflösung vom kaustischen Gewächsalkali digerirt wurde. Die also erhaltene alkalische Auflösung gab mit Vitriolsäure ein weisses Präcipitat, das während dem Trocknen sich in harten Würfeln vertheilte, in Vitriolsäure auflöslich waren, und bildeten damit, nach gehörigem Abdunsten, klare octaedrische Alaunkrystallen. Was vom kaustischen Laugensalze nicht aufgelöst werden konnte, war eine besondere unbekannte Erdart, die im folgenden näher beschrieben werden soll. Hieraus erhellet, dass 100 Theile der untersuchten schwarzen Steinart enthielten ohngefähr 31 Theile Kieselerde, 19 Theile Alaunerde, 12 Theile Eisenkalk, 38 Theile einer unbekannten Erdart.

Obwohl, wie schon erwähnt, die abgesonderte Kieselerde etwas eingemischten Zinnkalk zu halten schien, wie auch aus dem folgenden §. zu sehen ist, dass etwas ähnliches in der sauren Auflösung bemerkt sey, wovon auch wahrscheinlich die weissen Partikeln in dem gefällten Berlinerblau herrührten; und obgleich das Verhalten der Niederschläge vor dem Löthrohr einen geringen Braunsteingehalt verdächtig machen konnte, so sind doch die Menge dieser Stoffen so äusserst geringe gewesen, dass deren Gewicht nicht bestimmt werden konnte.

§. 6. Um mehreres Licht von den Bestandtheilen der Steinart zu erhalten, wurden noch folgende Versuche mit dem braunen Niederschlage (§. 5. *A*) angestellt. *A*) Mit gewöhnlich schwachem destillirtem Essig digerirt löste er sich langsam auf, und forderte beynahe 120 Theile Essig. Ein geringes schwarzbraunes Pulver, das noch unaufgelöst blieb, bestand aus Eisenkalk, mit etwas Alaunerde. *B*) Verdünnte Vitriolsäure löste ihn gänzlich auf. Die Auflösung geschah anfangs mit Brausen und Wärme, nachher blieb ein braunes Pulver am Boden, welches aber bey gelinder Digestion nach und nach verschwand. Die Auflösung war hellegrünlich. Ein Stück reines Eisen wurde zwar von der überflüssigen Säure dieser Auflösung angegriffen, zeigte aber keine deutliche Spur irgend eines metallischen Niederschlags. Eben so wenig veränderte sich die Farbe eines eingelegten Kupferblechs. Wenn aber reines Kupfer und Eisen zugleich in die Auflösung gelegt waren, so ward die Oberfläche des Kupfers mit einer weissen Metallfarbe bekleidet. *C*) Mit Salpetersäure entstand eine klare Auflösung, die beym Abdunsten zuerst eine Zähigkeit, und darnach eine gallertartige Consistenz erhielt, schäumte bey fortgesetztem Feuer, gab röthlichbraune Dämpfe, und liess endlich eine dunkelbraune trockene Masse, worin weisse Partikeln zu sehen waren, zurück. Nachdem 2 Theile concentrirter Salpetersäure mit einem Theile des Niederschlags gekocht und abgedampft waren, wurden wieder 2 Theile der nemlichen Säure zu dem trocknen Rückstand gethan, und auf gleiche Weise abgedunstet. Nachher wurden 2 Theile Salpetersäure mit 4 Theilen Wasser auf das tockene braune Pulver gegossen, aufgekocht, und mit 10 Th. Wasser verdünnt. Die Auflösung, welche von selbst nicht klar werden wollte, wurde durch Löschpapier filtrirt. Auf diese Art wurde ein rostbraunes Pulver gesammelt, das nach dem Trocknen nur 4 pro C. von dem aufgelösten Niederschlage betrug. Die durchgeseyhete Lauge hielt sich ziemlich klar, und gab mit Gewächsalkali zuerst einen weissen Niederschlag, der sich wieder auflöste, bis dass die Säure gesättigt zu werden anfieng. Dann erhielt die Auflösung, aus mehr zugemischtem Alkali, eine gelbe, und endlich eine dunkelbraune Farbe, und wurde undurchsichtig, setzte einen dunkelbraunen Bodensatz ab, dessen Menge sich durch das Kochen über Feuer vermehrte. Dieses Pulver abgesondert und ausgelaugt, trocknete zu schwarzen Würfeln, die 16 pro C. gegen den zum Versuche genommen Niederschlage betrugen. Die abgeseyhete wasserhelle Lauge, die noch Eisenkalk aufgelöst hielt (wie durch Blutlauge zu sehen war), gab mit Pottaschenlauge einen weissen Niederschlag, der nach dem Trocknen ein lockeres etwas röthliches Pulver darstellte, und ein Gewicht von 80 pro C., gegen den zum Versuche genommenen Niederschlag, hatte. Dieses Präcipitat wurde nochmals in Salpetersäure aufgelöst, und durch Gewächsalkali gefällt, ausgelaugt, und noch nass mit kaustischem Gewächslaugensalz digerirt. Hiedurch wurde $^1/_4$ seines Gewichts vom Alkali aufgenommen, und dieser verhielt sich in allem wie reine Alaunerde. Der Gehalt von Alaunerde zeigte sich hier etwas geringer als in vorigen §. (*C*), weil schon ein Theil dieser Erde zugleich mit dem Eisenkalk abgeschieden war. Das übrige Pulver, das sich im kaustischen Alkali nicht auflösen liess, kam mit der schon (§. 5. *C*) erwähnten unbekannten Erdart überein, ausser dass es mit etwas Eisenkalk vermischt war, wovon auch seine Farbe ins rothe spielte.

§. 7. Die *unbekannte Erdart*, von den übrigen Bestandtheilen des Steins befreyt, zeigte folgende Eigenschaften. Im strengsten *Feuer vor dem Löthrohr* behielt sie ihre weisse Farbe, schmolz nicht. Nach dem Brennen erhitzte sie sich nicht vom zugemischten Wasser, liess

auch keinen Kalkgeschmack auf der Zunge. *Borax* löste sie zu einem klaren ungefärbten Glase auf. Mit *Harnsalz* entstand vor der blauen Flamme ein klares Glas, aber vor der äussern Flamme ein milchfarbenes. *Boraxsäure*, mit dieser Erdart geschmolzen, gab einen schwerflüssigen weissen Email. *Mineralalkali* vereinigte sich nicht durch Schmelzen mit der Erdart. Kleine Stückchen von der Erdart mit Leinöhl befeuchtet, und zwischen Kohlenstaub in einem Tiegel einem solchen Feuer ausgesetzt, das für gewöhnliche Eisenproben erfordert war, veränderten sich weiter nicht, als dass sie eine dunklere Farbe erhielten. Sonst war das Gewicht und das Ansehen unverändert. Auch zeigten sich keine Spuren eines Metalls, wenn die Erde durch zugemischten Borax im Kohlenstaub zum Schmelzen gebracht war.

Auf *nassem Wege* vereinigte sich die Erde leicht mit *Säuren*. Die Auflösung in *Vitriolsäure* wollte nicht regelmässig anschiessen. Während der Evaporation setzte sich ein weisses, schweres Salzpulver ab, das einen säuerlichsüsslichen Geschmak hatte. Nachdem das Wasser mit der überflüssigen Säure abgedunstet war, ward das ganze Salz zu einem solchen schwerauflöslichen Pulver, das dem Ansehen und der Auflöslichheit nach, beynahe dem Gipsselenit gleich kam, hatte aber den Geschmack des Alauns. Durch etwas überflüssige Vitriolsäure wurde es im Wasser sehr leicht auflöslich. Mit *Salpetersäure* entstand eine helle Auflösung, die nach dem Abdunsten gelatinirte, und gab keine Krystallen. Die Auflösung in *Kochsalzsäure* war auch nicht geneigt zum Krystallisiren, sie erhielt nur durch das Abdampfen eine öhligte Zähigkeit. Aus allen diesen Auflösungen konnte die Erde gänzlich durch flüchtiges kaustisches Laugensalz präcipitirt werden; aber der Niederschlag liess sich nicht von kaustischen Laugensalzen auflösen. *Luftsäure* vereinigte sich mit dieser Erde, weil das durch luftgesäuertes Alkali erhaltene Präcipitat mit Säuren stark aufbrausete; wenn aber luftgesäuertes Wasser zu einem genugsam ausgelaugten, noch nassen Niederschlag gemischt war, und etliche mal umgeschüttelt, so löste sich von der Erde nur sehr wenig auf: denn das abgeseyhete helle Wasser, zum Kochen gebracht, erhielt zwar eine Milchfarbe, das abgesetzte weisse Pulver aber betrug nur $^1/_{7000}$ vom Gewichte des Wassers. *Phosphorsäure* (die durch langsames Verbrennen des Phosphors in Mitteltemperatur der Luft entstand), trübte nicht die Auflösungen dieser Erde in andern Säuren. Auf trockenes Pulver von der Erde geschlagen, löste sich dieselbe mit Brausen auf. Die Auflösung hatte einen sauren zusammenziehenden Geschmack, und wurde durch Abdampfen gallertartig. Phosphorsäure mit der Erde gesättigt, war im Wasser beynahe unauflöslich. Diese Vereinigung getrocknet, wog zweymal so viel als die Erde allein; sie schmolz nicht vor dem Löthrohr ohne Zusatz. Mit Borax entstand ein gelblichtes Glas, das in der äussern Flamme eine milchweisse Farbe erhielt. Mit *Boraxsäure* vereinigte sich die Erde durch doppelte Verwandschaft, wenn Boraxauflösungen zu den Auflösung der Erde in andern Säuren gethan war. 1 Th der Erde, in 7 Th. verdünnter Vitriolsäure (aus 3 Th. Wasser gegen 1 Th. concentr. Säure) aufgelöst, wurde mit 100 Th. Wasser verdünnt, und nach und nach Boraxauflösung zugethan. Hier entstand sogleich eine Milchfarbe, die aber wieder verschwand, so lange die Säure in Uebermaass zugegen war; darnach setzte sich ein gelber Bodensalz ab; und wenn 5 Th. Borax zugekommen waren, hörte die Präcipitation auf. Die Auflösung reagirte noch wie Säure auf Lackmus. Das erhaltene Präcipitat wog etwas mehr, als die Hälfte von der aufgelösten Erde, und schmolz vor dem Löthrohr zu einer milchfarbenen Perle. Mit natürlichen Harnsalze wurde die Glasperle ebenfalls milchfarben. Mit

Borax entstand ein halbklares Glas, das lange angeblasen, zuletzt völlig klar und ungefärbt wurde. — Die von dem Niederschlage abgeseyhete helle Auflösung schoss während des Abdampfens eine Menge klarer nadelförmigen Krystallen an, darnach etliche octaedrische grössere Krystallen, endlich scheideten sich Krystallen von reiner Boraxsäure und Glaubersalz ab. Die *nadelförmigen* Krystallen waren im Wasser schwerauflöslich, hatten wenig Geschmack; im Feuer zerfielen sie, wurden weiss und undurchsichtig, und schmolzen in starker Hitze zu einem weissen Email, das endlich in ein klares Glas verwandelt wurde. Die *octaedrischen* Krystallen liessen sich leichter auflösen, hatten einen süsslichen Geschmack, und fühlten sich warm auf der Zunge. Sie enthielten viel Krystallisationswasser, das etwas Aufschäumen vor dem Löthrohr verursachte. Das Salz wurde zuerst weiss opak, schmolz aber bald in stärkerm Feuer zu einem klaren Glase. *Zucker* oder *Acetosellsäure* schlug die Erde aus seiner Auflösung in allen andern Säuren nieder, wenn nur nicht die überflüssige Säure in grosser Menge gegenwärtig war. Aus der vitriolsauren Auflösung schlug die mit Gewächsalkali gesättigte Acetosellsäure die ganze Säure als ein weisses Pulver nieder. Dieses wurde im Feuer schwarz, brennte mit einer heftigen Flamme, erhielt seine weisse Farbe wieder, und verhielt sich dann wie die reine Erde. Ein Theil von diesem Niederschlag wurde in einem Tiegel geglühet, wobey er die Hälfte seines Gewichts verlor, hatte aber noch nicht die völlige Weisse erhalten. Dieses in Vitriolsäure aufgelöst und abgedunstet, gab klare unordentliche Krystallen, welche in der Wärme zerfielen. Wenn aber die überflüssige Säure durch Abdampfen weggetrieben worden, und die trockne Salzmasse wieder in Wasser aufgelöst war, so entstanden aus dieser Auflösung spitzige spathförmige Krystallen, die einen süsslichen Alaungeschmack hatten, erhielten sich gut in der freyen Luft, decrepitirten aber im Feuer und vertheilten sich in dünnen Lamellen, die noch denselben Geschmack hatten, und allein im starken Feuer nicht schmolzen, mit Borax aber ein milchichtes Glas gaben. Ein Theil von diesen Krystallen erforderten in der Mitteltemperatur 22 Theile Wasser zur Auflösung, und schienen ausser der Erde und Vitriolsäure etwas von der Gewächssäure zu enthalten, die beym Glühen nicht zerstört worden. — Eben so schied sich die Erde mit Acetosellsäure vereinigt ab, wenn diese Säure mit Gewächsalkali gesättiget zu der kochsalzsauren Auflösung der Erde gemischt wurde. Da aber die Säure hier etwas überflüssig war, so blieb etwas von der neuen Vereinigung in der Auflösung. Diese von dem Niederschlag abgeseyht, schoss beym Abdunsten zu klaren rhomboidalischen dem Gypsspath ähnlichen Krystallen an, die aus gleichlaufenden rhomboidalischen Lamellen bestunden. — Diese schmolzen vor dem Löthrohr von ihrem Krystallisationswasser, wurden schwarz, und verwandelten sich zu einer löchrichten Kohle, die endlich zu einer weissen undurchsichtigen Perle schmolz, und einen kaustischen alkalischen Geschmack erhielt. Demnach schien dieses Salz aus der Erde, Acetosellsäure und Gewächsalkali zusammengesetzt zu seyn. Es liess sich leicht in warmen Wasser auflösen, in Mitteltemperatur aber erfordete es zur Auflösung 45 Theile vom Wasser. *Weinsteinsäure* zu der kochsalzsauren Auflösung dieser Erde gethan, verursachte keine Trübung. Wenn aber die überflüssige Salzsäure zuvor mit Laugensalz gesättigt war, und gesättigtes weinsteinsaures Alkali dann zugemischt wurde, so entstand ein häufiger weisser Bodensatz von weinsteinsaurer Erde, die auflöslicher im Wasser als die acetosellsaure Erde war. Vom *Essig* liess sich die Erde auch ohne Schwierigkeit auflösen.

Aus diesen Eigenschaften findet man, dass diese Erde in vielem mit der Alaunerde, übereinkommt; in andern aber mit der Kalkerde, dass sie sich aber auch von beyden, so wie auch von übrigen bisher gekannten Erdarten unterscheidet. Daher scheint sie einen Platz unter den einfachen Erdarten zu verdienen, weil die bisher gemachten Versuche keine Zusammensetzung von andern vermuthen lassen. Jetzt wage ich noch nicht eine solche neue Erfindung zu behaupten, weil mein kleiner Vorrath von der schwarzen Steinart mir nicht erlaubte, die Versuche nach meinen Wunsche zu verfolgen. Ohnedem halte ich auch dafür, dass die Wissenschaft vielmehr gewinnen sollte, wenn die mehreren, neuerlich von den Scheidekünstlern beschriebenen, neuen Erdarten in einfachere Bestandtheile zerlegt werden könnten, als wenn die Zahl der neuen einfachen Erdarten noch vergrössert wird.

XXX.

Ueber die Niederschlagung der Kieselerde aus der Kieselfeuchtigkeit vermittelst der Kalkerde *).

Vom Hrn. Prof. Joh. Gadolin zu Åbo [1]).

Das *Kalkwasser* wurde dazu aus ungelöschtem Kalke und übergetriebenem Wasser bereitet und seine Wirksamkeit durch folgende Versuche erforscht: 1) zu 22 Theilen desselben wurde so viel Kohlensäure gethan, als es einsaugen konnte, wobei der anfänglich niedergefallene kohlensaure Kalk zum Theil wieder aufgelöset wird, und das zurückbleibende Pulver 0,03 Theile wog; 2) eben so mit Kohlensäure gesättige 22 Theile Kalkwasser durch Siedhitze der überschüssigen Säure beraubt, nach dem Erkalten durchgeseihet, und das zurückgebliebene Pulver betrug getrocknet, 0,05 Theile: dass also 22 Theile Kalkwasser so viele Kalkerde enthielten, als 0,05 Theile kohlensaurer Kalk, von diesem aber 0,02 Theile in 22 Theilen mit Kohlensäure gesättigten Wassers aufgelöset werden konnten.

Die *Kieselfeuchtigkeiten* wurden aus gepulvertem Quarze und Kali oder Natron, durch Mengen, Schmelzen und Auflösen in heissem destillirten Wasser bereitet. Zur Erforschung der Menge der aufgelöseten Kieselerde ward vollkommene Schwefelsäure hinzugesetzt, und die Mischung (S. 5) bis zur Trockenheit abgedampft, das Salz mit warmen Wasser ausgezogen,

---

*) Scherers Allg. Journ. der Chemie VII (1801). S. 31—44.

[1]) Diesen Auszug aus der Diss. chem. de Silica e solutione alkalina per calcem praecipitata — Praes. Joh. Gadolin — pro grad. phil. publ. exam. prop. Joh. Holstius — d. XIX. Jun. 1798. Aboae, 2 3/4 B. in 4. verdanke ich der gütigen Mittheilung des um die Literatur der Chemie so sehr verdienten Archiaters Hrn. Weigel zu Greiswalde. Meine Leser erinnern sich der B. I. S. 709. u. s. w. gegebenen vorläufigen Notiz, und werden gewiss gern diese vollständigere Nachricht der Versuche des Hrn. Gadolin, einen so wichtigen Gegenstand betreffend, noch denen bereits B. IV. S. 602—648. von Guyton gelieferten anreihen.

die ausgesüssete Erde im Seihepapier gesammlet, bei mittlerer Wärme getrocknet und gewogen.

Bei dem folgenden Versuche wurden die gemengten Flüssigkeiten, wann Kalkwasser gebraucht war, stets in verschlossenen Gefässen aufbewahrt, damit keine Luft hinzu kam, und die Seihung durch so lockeres Papier angestellt, dass die klare Auflösung sehr schnell durchlief.

A. Die zuerst angewandte Kieselfeuchtigkeit war aus 16 Theilen weissen Flusses (oder Kali aus gleichen Theilen Weinsteinkrystallen und Salpeter, durch Verpuffen) 4 Th. Quarz und 60 Th. Wasser bereitet; 10 Th. derselben hielten 0,121 Th. Kieselerde.

Vers. 1. Die Hälfte dieser Flüssigkeit ward zu 100 Th. Kalkwasser gethan, sie liess bald ein Pulver fallen, welches nach Abseihung der Flüssigkeit ausgesüsst und getrocknet, 0,031 Th. wog, wovon Salzsäure den grössten Theil mit Brausen auflösete, die Kieselerde aber zurückliess. Das Gewicht des ganzen Niederschlags ergab, dass die Hälfte der Kieselfeuchtigkeit nicht alle Kalkerde, aus 100 Th. Kalkwasser fällen konnte, denn wäre das Pulver lauter kohlensaurer Kalk gewesen, so würden $13\,^1/_2$ Th. Kalkwasser solches haben liefern können.

Vers. 2. Die andere Hälfte Kieselfeuchtigkeit ward mit 50 Th. Kalkwasser gemischt, und der Niederschlag wog 0,0302 Theile; die Auflösung enthielt also noch Kalk, und aus gleich vieler Kieselfeuchtigkeit wurde also gleich viel Niederschlag erhalten, das Kalkwasser mag mehr oder weniger betragen.

Vers. 3. Die durchgeseihete Flüssigkeit des vorhergehenden Versuchs wurde von 2 Theilen Kieselfeuchtigkeit noch getrübt, nach dem Fällen des Niederschlags aber, die klare Flüssigkeit weder von Kieselfeuchtigkeit, noch von Kalkwasser mehr getrübt. Das niedergefallene Pulver wog 0,105 Th.; 2,5 Th. Kieselfeuchtigkeit reichten also hin, allen Kalk aus 50 Theilen Kalkwasser, und diese wieder um alle Kieselerde aus jener zu fällen. Da aber der Niederschlag nur $^1/_4$ so viel wog, als beim 1. und 2. Vers., so ist zu bemerken, dass die Mischung wegen des beim Seihen zugesetzten Wassers 117 Theile betrug, und wie die Folge ergiebt, die mit dem Kalk verbundene Kieselerde in vielem Wasser unauflöslich ist.

Vers. 4 Die Hälfte der Kieselfeuchtigkeit gab mit 25 Theilen Kalkwasser 0,03 Th. Niederschlag.

Vers. 5. Zur klaren Flüssigkeit des vorhergehenden Versuchs wurden 1,25 Theile Kieselfeuchtigkeit gethan, und 0,04 Th. Niederschlag erhalten. Die durchgeseihete Flüssigkeit trübte das Kalkwasser noch sehr. Diese beiden Versuche stimmten also mit den vorhergehenden überein, denn das Gewicht des Niederschlags beim 4. Versuche kam mit dem Gewicht des aus gleicher Menge Kieselfeuchtigkeit beim 1. und 2. Vers. erhaltenen überein, da aber nach dem 3. Vers. 1,25 Th. Kieselfeuchtigkeit hinreichte, allen Kalk aus 25 Th. Kalkwasser zu fällen, so ist hier nur 0,75 Theile zur Fällung nöthig gewesen, und also das Gewicht des Niederschlags, welches aus der nöthigen Menge Kieselfeuchtigkeit $\frac{0{,}75 \cdot 0{,}03}{0{,}5} = 0{,}044$ betragen haben würde, von dem erhaltenen Gewichte, 0,04 Theile, wenig verschieden. Die Flüssigkeit aber mit dem Wasser betrug 62 Th.

Vers. 6. Zu 1 Th. Kieselfeuchtigkeit wurden 25 Th. Kalkwasser gethan, und 0,062 Th. Niederschlag erhalten.

Vers. 7. Die durchgeseihete Flüssigkeit vom vorhergehenden Vers. gab mit 1 Theil Kieselfeuchtigkeit 0,012 Th. Niederschlag, also eben so wenig, als der Niederschlag aus 0,25 Theile Kieselfeuchtigkeit durch Kalkwasser betrug; beide Vers. bestätigen die aus den vorhergehenden gezogene Schlussfolge. Da also aus 1 Th. der gebrauchten Kieselfeuchtigkeit durch Mischen mit 20 Th. Kalkwasser, alle aufgelösete Erde niederfällt, ein Th. Kieselfeuchtigkeit aber 0,012 Th. Kieselerde enthält, und aus 20 Th. Kalkwasser 0,046 Th. kohlensaurer Kalk erhalten werden können, so muss sämtlicher Niederschlag, wenn der Kalk mit Kohlensäure gesättigt worden, 0,058 Th. betragen, welches mit der angeführten Erfahrung übereinstimmt.

Folgende Versuche sollten zeigen, ob der Kalk auch die Kieselerde aus einer, von Kohlensäure freien, laugensalzigen Flüssigkeit, fällen könnte.

Vers. 8. Vier Th. Kieselerde in 25 Th. Kalkwasser, geben häufigen Niederschlag, nämlich 0,097 Th.

25 Th. Kalkwasser geben 0,057 Th. kohlensauren Kalk, dieser Niederschlag muss also 0,04 Th. Kieselerde enthalten; da nun 4 Th. Kieselfeuchtigkeit 0,048 Th. Kieselerde enthalten, so ist der grösste Theil derselben von 25 Th. Kalkwasser gefällt worden, und nur 0,008 Th. in der Auflösung geblieben, mithin hat also die Kohlensäure, durch Fällung des Kalks auch viel zur Beschleunigung der Fällung der Kieselerde beigetragen.

Vers. 9. Zu der geseiheten Flüssigkeit des 8. Vers. wurden ferner 25 Th. Kalkwasser gethan, und 0,056 Th. Niederschlag erhalten.

Vers. 10. Die vom 9. Vers. übrig bleibende Flüssigkeit wurde noch mit 25 Th. Kalkwasser gemischt, und 0,052 Niederschlag erhalten, die nunmehr abgeseihete Flüssigkeit aber weder vom Kalkwasser, noch von der Kieselfeuchtigkeit getrübt, sie schien also alle aufgelösete Erde verloren zu haben.

Beim 9. und 10. Vers. hatte also der kleine Antheil der in der Auflösung geblieben Kieselerde den Kalk aus 50 Th. Kalkwasser zu fällen vermogt; auch erhellt, dass mehr Kalk zur Fällung der Kieselerde aus einer ätzenden als aus einer kohlensauren Auflösung nöthig ist[2]). Durch Vergleichung mit dem 2 Vers. ergiebt sich auch, dass alles zur Fällung aller Kieselerde nöthig gewesene Kalkwasser 75 Th. betragen, und der bei dem vorhergehenden Versuche zerlegten gleich gewesen ist.

Vers. 11. 5 Th. Kieselfeuchtigkeit wurden mit 2 Th. Wasser versetzt, und 0,25 Th. rauchende Salpetersäure zugetröpfelt, welche sehr mit derselben brausete. Nach Entfernung der freien Kohlensäure durch starkes Digeriren war die Flüssigkeit, deren laugensalzigen Theil die Aenderung der Farbe der Fernambucktinktur noch wenig verrieth, zum Theil gallertartig. Denn die gefällte Kieselerde befand sich wegen der Feinheit ihrer Theilchen in der Flüssigkeit

---

[2]) Zur näheren Prüfung der im 9. und 10. Vers. erhaltenen Niederschläge wurde jeder derselben in Salzsäure aufgelöset. Dies fand unter starkem Aufbrausen statt; es blieben 0,002 schwammiges Kieselpulver zurück. Der Niederschlag bestand also gewiss aus Kalk und Kieselerde; die in diesen Niederschlägen enthaltene Kohlensäure war aus der Atmosphäre hinzugekommen.

noch schwebend und bewirkte daher die gallertartige Flüssigkeit. Dazu gesetzte 22 Th. Kalkwasser schlugen häufige Gallerte nieder, welche 0,078 Th. ausgesüssten und getrockneten Niederschlag gab, aus welchem Salzsäure den Kalk mit Brausen auflösete, und 0,041 Th. Kieselpulver zurückliess.

Da hier fast alle Kohlensäure durch Hinzusetzung des Kalkwassers abgeschieden wurde, so kann ihr die Fällung des Kalks nicht zugeschrieben werden, noch auch dem Laugensalze, weil es fast mit Salpetersäure gesättigt war, sie muss also von der Kieselerde herrühren, welche fast von aller Verbindung befreiet, den Kalk mit sich vereinigte.

Aus dem Gewichte der im Niederschlage befindlich gewesenen Kieselerde ergiebt sich, dass der Kalk-Antheil 0,037 Th. betrug, und daher mit der aus der Luft angezogenen Kohlensäure nicht gesättigt gewesen war. Auch erhellt, dass noch 0,02 Th. Kieselerde in der Auflösung vorhanden waren.

Vers. 12. Die geseihte Flüssigkeit vom 11. Vers., welche mit dem Aussüsswasser 74 Th. dem Maasse nach betrug, ward nach und nach zu 40 Th. Kalkwasser gemischt, die Klarheit zuerst nicht verändert, bei fernerem Zugiessen aber die Mischung immer trüber und 0,028 Th. Niederschlag erhalten. Die geseihete Flüssigkeit war so verdünnet, dass sie 127 Th. betrug; sie trübte das Kalkwasser nicht mehr, Kieselfeuchtigkeit aber gleich, enthielt also schon überschüssiges Kalkwasser. Salzsäure lösete den Niederschlag grösstentheils mit Brausen auf, liess aber 0,011 Th. Kieselerde zurück.

Die Flüssigkeit enthielt also noch 0,009 Th. Kieselerde, welche das Kalkwasser nicht fällen konnte, und deren Auflösung also als eine durch Kalk bewürkte Kieselfeuchtigkeit anzusehen ist. Der Berechnung zu Folge waren 30 Theile Kalkwasser in der Flüssigkeit geblieben und konnten also 0,009 Th. Kieselerde auflösen; diese aber waren in 0,75 Th. Kieselfeuchtigkeit befindlich, und scheinen also 30 Th. Kalkwasser mit 97 Th. Wasser verdünnt, so viele Kieselerde auflösen zu können, als in 0,75 Th. Kieselfeuchtigkeit gefunden werden.

Vers. 13. 4 Th. Kieselfeuchtigkeit wurden mit gleich vielem Wasser verdünnt, und so viele Salzsäure zugetröpfelt, als zur Sättigung des Kali nöthig war. Die erwärmte, noch klare Flüssigkeit ward trübe, als 25 Th. Kalkwasser hinzugesetzt wurden. Nach Abhellung der Flüssigkeit, ward der Niederschlag mit 25 Th. abgewaschen, getrocknet, und wog 0,075 Th. Die klare durchgeseihete Flüssigkeit ward vom Kalkwasser nicht mehr trübe. Dieser Versuch bestätigt meine Meinung von der Anziehung des Kalks und der Kieselerde, weil kein anderer Körper vorhanden war, welcher den Kalk und das Wasser hätte scheiden können, als die Kieselerde durch ihre Anziehung zum Kalke. Der Niederschlag enthielt 0,042 Th. Kieselerde, und 0,033 Th. Kalk, mithin war in der Flüssigkeit noch 0,006 Th. Kieselerde mit ohngefähr 10 Th. Kalkwasser aufgelöset.

B. Eine andere Kieselfeuchtigkeit ward auf folgende Weise bereitet. Eine Auflösung von 8 Th. gemeiner Pottasche, welcher durch 12 Th. Kalk alle Kohlensäure geraubt war, wurde in einer gläsernen Retorte bis zur Trockenheit abgedampft, vor völliger Entfernung des Wassers aber 1,5 Th. Quarzpulver zugemischt, die getrocknete Masse, welche 5,5 Th. betrug, mit $^1/_2$ Th. Quarzpulver gemischt, so geschmolzen, dass weder gemeine Luft, noch Kohlen ausgeschlossen wurden. Der Tiegel liess einen Theil der geschmolzenen Masse

verloren gehen, die übriggebliebene ward in heissem Wasser aufgelöset, so verdünnet, dass 10 Th. Auflösung 0,103 Th. Kieselerde hielten, und mit dieser Flüssigkeit folgende Versuche angestellt.

Vers. 14. 6 Th. dieser Feuchtigkeit und 25 Th. Kalkwasser gaben einen häufigen Niederschlag, näml. 0,106 Th. Die durchgeseihete Flüssigkeit ward vom Kalkwasser noch getrübt, es war also nicht alle Kieselerde gefällt.

Vers. 15. 6 Th. Kieselfeuchtigkeit wurden zu 50 Th. Kalkwasser, und der Flüssigkeit, nachdem sich der Niederschlag gesetzt hatte, vom Kalkwasser noch milchig war, noch 25 Th. Kalkwasser hinzugesetzt, der Niederschlag gesammelt, mit 25 Th. Wasser ausgesüsst, und getrocknet. Er wog 0,232 Th.; die geseihete Flüssigkeit ward weder an der gemeinen Luft, noch vom Kalkwasser, oder von der Kieselfeuchtigkeit verändert. Das Gewicht des Niederschlages zeigte, dass aller Kalk und Kieselerde aus ihren Auflösungen gefällt waren, weil, dem vorhergehenden zufolge, 75 Th. Kalkwasser, 0,17 Th. kohlensauren Kalk enthalten, aus 6 Th. Kieselfeuchtigkeit aber 0,062 Th. Kieselerde geschieden werden. Die Summe der Erde $0{,}17 + 0{,}062 = 0{,}232$, stimmt also genau mit dem Gewichte des Niederschlages überein.

Vers. 16. 10 Th. Kieselfeuchtigkeit wurden mit doppelt so vielem Wasser verdünnet, und so viel vollkommene Salpetersäure zugesetzt, dass die Säure ein wenig hervorstach. Ich liess die Flüssigkeit über dem Feuer sieden, worauf ein Theil als eine Gallerte abgeschieden wurde; nach dem Niederfallen des gallertartigen Niederschlages wurde die klare Flüssigkeit abgehellet, Wasser hinzugegossen, damit gekocht, und darnach abgehellt, dies einigemal wiederholt, und so alles Salzige ausgezogen, hierauf der Niederschlag mit 22 Th. Kalkwasser gemengt, welches seine klare Gestalt bald in eine milchige undurchsichtige veränderte; die Flüssigkeit hatte darnach fast keinen Geschmack, gab aber geringe Spuren von aufgelösetem Kalke. Der Niederschlag wog 0,096 Th. Die abgehellte Flüssigkeit trübte das Kalkwasser noch sehr. Es wurde also nicht alle Kieselerde in dem gallertartigen Niederschlag gefällt, indessen da kein anderes Zerlegungsmittel des Kalkwassers, als die Kieselerde zugegen war, so wurde der Kalk durch sie allein, oder durch die wechselseitige Anziehung dieser Erden aus dem Wasser geschieden.

Der Niederschlag war von Salzsäure grösstentheils aufgelöset; der Rückstand betrug 0,049 Th., mithin hatte der Niederschlag 0,047 Th. Kalk enthalten. Da aber aus eben so vielem Kalkwasser 0,05 Th. kohlensaurer Kalk erhalten wurde, so musste ein Theil des Kalks mit einer verhältnissmässigen Menge Kieselerde in der Flüssigkeit aufgelöset geblieben seyn.

C. Um zu erfahren, was der Kalk bewirken würde, wenn er vor der Schmelzung mit der Pottasche und Kieselerde gemengt wurde, ward 1 Th. Quarz mit 2 Th. gebrannten Kalk und 6 Th. gemeine Pottasche geschmolzen, die geschmolzene Masse in 150 Th. siedendem Wasser gethan, welches die Hälfte derselben auflösete. 100 Th. dieser Flüssigkeit, welche durch ihr Brausen mit vollkommener Schwefelsäure, die Gegenwart der Kohlensäure genugsam verrieth, enthielt nur 0,079 Th. Kieselerde.

Vers. 17. Zu 15 Th. dieser Flüssigkeit wurden 55 Th. Kalkwasser gethan; es wurde ein weisses schwammiges Pulver geschieden, nach dessen Setzung die klare Flüssigkeit

weder von der Kieselfeuchtigkeit noch vom Kalkwasser verändert ward. Der Niederschlag wog 0,14 Th.

Aus der geringen Menge Kieselerde, welche diese Flüssigkeit aufgelöset hatte, erhellt, dass die Vereinigung der Pottasche und Kieselerde von dem beigemischten Kalk sehr verhindert worden war. Auch lässt sich nicht einwenden, der Kalk habe beim Schmelzen die Pottasche ätzend gemacht, weil die Kieselfeuchtigkeit Kohlensäure enthielt, ungeachtet die Auflösung in siedendem Wasser angestellt wurde.

Um zu erfahren, ob das Auflösungsmittel der Kieselerde etwas zur Fällung beitrage, wurden auch mit Natron bereitete Kieselfeuchtigkeiten angewendet.

D. 2 Th. gepulverter Quarz wurden mit 12 Th. krystallisirtem kohlensaurem Natron in einem Tiegel geschmolzen, 4,25 Th. der glasartigen Masse gepulvert, 110 Theile Wasser hinzugethan. Die erhaltene Kieselfeuchtigkeit enthielt in 10 Theilen 0,148 Th. Kieselerde aufgelöset.

Vers. 18. Bei Vermischung von 5 Th. dieser Flüssigkeit mit 22 Th. Kalkwasser ward die ganze Flüssigkeit von einem etwas durchsichtigen Niederschlage erfüllt, welcher sich in zwei Tagen allmählig setzte, und nach dem Aussüssen und Trocknen 0,095 Th. wog. Da das Kalkwasser 0,05 Th. bereits enthielt, so waren in diesem Niederschlage nur 0,045 Th. Kieselerde befindlich, und überdem noch viel aufgelöst geblieben, da die geseihete Flüssigkeit vom Kalkwasser getrübt wurde.

Vers. 19. 5 Th. Kieselfeuchtigkeit und 50 Th. Kalkwasser gaben einen häufigen Niederschlag, nemlich 0,173 Th. Die Flüssigkeit ward weder von Kieselfeuchtigkeit, noch vom Kalkwasser gefällt. Das gehörige Verhältniss der Mischung war also getroffen, und alle Erde gesehieden worden, welches auch das Gewicht des Niederschlages bestätigt, da die aufgelösete Kieselerde 0,074 Th. und der aus dem Kalkwasser erhaltene kohlensaure Kalk 0,1 Th. betrugen, deren Summe 0,174 Th. von dem Gewicht des Niederschlags wenig verschieden ist.

E. Um endlich zu sehen, ob der Kalk anch beim Schmelzen mit dem Natron, dieses zur Auflösung der Kieselerde minder geschickt machte, wurden 1,5 Th. Quarz mit 3 Th. Kalk und mit 12 Th. kohlensaurem Natron gemengt, in einem offenen Tiegel zu einer glasichten Masse geschmolzen, und aus dieser alles ausgezogen, was 90 Th. Wasser auflösen konnten. Die erhaltene Kieselfeuchtigkeit brausete mit vollkommener Schwefelsäure, aber 100 Th. derselben lieferten nur 0,03 Th. Kieselerde.

Vers. 20. 5 Th. dieser Feuchtigkeit gaben mit 25 Th. Kalkwasser bald einen häufigen Niederschlag, nämlich 0,048 Th., von welcher Salzsäure das Mehreste mit Brausen auflösete, und 0,002 Th. Kieselerde nachblieben.

Das Natron kommt also mit dem Kali darin überein, dass beide die aufgelösete Kieselerde dem Kalk überlassen, und sehr wenig Kieselerde in Wasser unauflöslich machen können, wenn der Kalk vor der Schmelzung hinzugesetzt wird.

Die angeführten Versuche leiten auf verschiedene Erscheinungen, welche weitere Forschuug bedürfen, z. B. die Auflöslichkeit der Verbindung der Kieselerde, mit dem reinen Kalke im Wasser; das Verhältniss, in welchem gemischt sich selbige am stärksten anziehen, u. m. Der Zweck war, die wahre Ursache der Fällung der Kieselfeuchtigkeit durch den Kalk, ausfindig zu machen. Es ist hinlänglich erwiesen, dass diese auf die wechselseitige

Anziehung des Kalks und der Kieselerde beruhe. Zugleich ergiebt sich auch, dass diese Anziehung gleich stark sey, es möge Kohlensäure dabei seyn, oder nicht, und die Verbindung zweyer Erden verhindern nicht, dass nicht der Kalk wenigstens einige Kohlensäure anziehe. Bei der Fällung der Kieselfeuchtigkeit, sowohl durch Kalkwasser, als durch Säure wurden auch aus dem Niederschlage beim Sieden viele Luftblasen entwickelt, welche weder entzündlich noch zur Unterhaltung des Feuers geschickt zu seyn schienen; diese konnten nicht von der Kohlensäure herrühren, weil diese vom Kalkwasser nicht eingesogen war, und mögte vielleicht Stickgas gewesen seyn, ob gleich ihre Beschaffenheit wegen ihrer geringen Menge, noch nicht genauer untersucht werden konnte.

XXXI.

Bemerkungen über die Mühlsteine, welche in Säkylä in Finnland brechen, und ihre Entstehungsart *).

Dass die irdischen Körper beständige Veränderungen erleiden, zertheilt, zerstört, aufgelöst und von neuem gebildet werden, ist von jeher bekannt. Aber eine genauere Kenntniss der Art und Weise, wie diese Veränderungen geschehen, und welche Ursachen dazu mitwirken, dieses ist ein Gegenstand für eifrige Naturforscher.

Die Haushaltung der Natur bey den organischen Körpern ist uns meistens verborgen, weil dabey unaufhörlich solche Kräfte wirken, die unsern Sinnen unbegreiflich sind, die wir uns blos vorstellen, wenn wir solche Wirkungen wahrnehmen, die mit den Gesetzen lebloser Körper nicht übereinstimmen.

In der Kenntniss der nicht organischen Körper ist man um einen Schritt weiter gekommen. Die Veränderungen, welche man dabey wahrnimmt, scheinen sich von denen, die mit Hülfe der Chemie hervorgebracht werden können, blos der Grösse und der Zeit nach zu unterscheiden. Die ehemals angenommene Meynung, dass Erdarten, Salze, Wasser, brennbare Körper und Metalle wechselseitig in einander verwandelt würden, wird jetzt mit Recht unter die Vorurtheile gerechnet, weil man nirgends deutliche Beweise hat finden können, dass ein nicht organischer Stoff anders, als entweder aus den Bestandtheilen, welche die chemische Analyse darin entdeckte, oder von solchen Körpern, wovon man ihn auch durch chemische Mittel scheiden kann, entsteht.

Diejenigen Veränderungen, welche durch Hülfe der Kunst geschehen, sind für uns die begreiflichsten, weil wir den ganzen Process mit unsern Sinnen übersehen und betrachten können. Aber die zusammenhängende Kette von Ursachen und Wirkungen in der Natur, ist so aus-

---

*) Anmärkningar om Säkylä Quarnstens-Brott under inseende af Johan Gadolin etc. för Lagerkransen utgifne af G. J. Bergroth. Åbo 1801. 4. p. 14. (übersetzt von Hrn. Dr. J. G. C. Blumhof. C.) — Crells Annal. 1802. S. 247—256, 348—357.

gedehnt, dass menschliche Einsicht sie noch nicht fassen kann. Die grossen Veränderungen, von denen die jetzige Gestalt der Erdoberfläche zeugt, sind das Werk der Zeit, und erfordern die übereinstimmenden Erfahrungen mehrerer Jahrhunderte, ehe die Beschaffenheit derselben erkannt werden kann.

Dass uranfängliche Gebirge, die mit dem Erdball gleiches Alter zu haben und der zerstörenden Kraft der Zeit zu trotzen scheinen, gleichwohl allmählig verwittern, in grössere Stücke zerfallen, in Grus zertheilt, und endlich zu Sand und Thon werden, ist jetzt ohne allen Zweifel. Abgesonderte grössere Steine, welche sich an verschiedenen Orten gleichsam umhergestreut finden, zeugen von gewaltsamen Zerstörungen, denen theils nahe und theils entferntere Gebirge ehedem unterworfen gewesen sind. Uebereinander geschichtete horizontale Lagen solcher Stoffe, welche einige Zeit im Wasser schweben konnten, enthalten oft Ueberbleibsel von Körpern, die man blos im Meerwasser antrifft, wodurch man überzeugt wird, dass die ganze Sammlung oder Anhäufung durch Wasserfluthen entstanden ist; diese nahmen nämlich von andern Orten her die feinern Theile (welche nicht selten von zerfallenen Bergen herrühren) mit, und setzten solche allmählig hier wieder ab.

Aus diesen und mehrern ähnlichen Erfahrungen weiss man, dass weit ausgedehnte Gebirge in ungleichen Zeitaltern entstanden sind; aber man hat dabey gefunden, dass die Natur an Auswegen zu diesen Formationen so reich ist, dass zur Kenntniss derselben weder die Erfahrung, welche man auf einem eingeschränkten Theile der Erdoberfläche machen kann, noch eine Zeit von einigen wenigen Menschenaltern hinreichend seyn kann. Die durch den unverdrossenen Fleiss der Naturforscher erhaltenen Aufklärungen können kaum für mehr als einen guten Anfang zu diesen Untersuchungen gelten, welche mit gleichem Eifer noch lange fortgesetzt werden müssen.

Die Gebirgsstrecken in Finnland sind weniger, als an manchen andern Orten, untersucht. So lange ich mich in den Kirchspiel Säkylä*) aufhielt, richtete ich meine Aufmerksamkeit auf die Sammlung von verwitterten und zusammengebackenen Steinarten, welche daselbst vorkommen, und sowohl in oryktognostischer als ökonomischer Rücksicht eine nähere Betrachtung verdienen.

Lage des Kirchspiels.

Es liegt in Björneborgs Län, 7 ½ Meilen von Nystad, 8 ½ Meilen von Abo. Der Flächeninhalt von Säkylä ist ungefähr 2 Quadratmeilen wovon doch der Pyhäjärfvi See**) fast den dritten Theil einnimmt. Es besteht aus 5 Dörfern, und hat in Vergleichung mit den angrenzenden Kirchspielen eine hohe Lage. Der Landrücken läuft allmälig nach dem Pyhäjärfvi herunter. Die Höhen sind mit Nadelholz bewachsen. In den Thälern kommt die Gerbermyrthe (Pors)***) und mehrere Flechtenarten vor. Feste Gebirge sind selten, und bestehen

---

*) Man spreche dieses Wort wie *Säätschylä*, wiewohl etwas weich, aus. *D. Ueb.*

**) *Pyhäjärfvi* oder der heilige See hat seinen Namen daher, weil der Sage nach die Finger des H[eil.] Heinrichs daselbst gefunden seyn sollen. Sonst heisst dieser Landsee auch *Säkylä Morast.*

***) Myrica Gale L. *D. Ueb.*

aus glimmrigem grauem Granit (Gneis?). Der Boden ist überall sandig. Die Dammerde, welche meistens 1 1/2 Viertelelle tief geht, ist Staubsand, und darunter steht ein mehr oder weniger steinigter Sand, welcher an den höher liegenden Stellen aschgrau, weiter hinunter am Seestrande aber braun oder rostfarbig ist. Unter dem Sande trifft man meistens auf blauen Thon. Das Wasser ist allenthalben süss und weich, der Pyhäjärfvi See ist fischreich und hat Sandboden. In dem Lallvansuo-Bruche zeigte sich eine eisenhaltige Ader. Uebrigens hat man im Kirchspiele keine Spur von Mineralwasser gefunden.

Der Mühlsteinbruch. Dieser liegt bey dem Dorfe Gross-Säkylä, 3/4 Meile nordwärts von der Kirche, am Seestrande. Er nimmt eine Strecke von 1/4 Meile lang und 1/8 Meile breit ein, und besteht theils aus hohem waldigtem Boden, theils aus unfruchtbaren Brüchen und Sümpfen. Unter der Dammerde, welche auch hier 1 1/2 Viertelelle tief liegt, kömmt hellgrauer Sand vor, welcher etwas wenigen Thon enthält, sich zusammenbackt, wenn man ihn anfeuchtet, und beym Trocknen etwas hart wird. Zuweilen, besonders am Seestrande, ist der Sand gelbbraun von eingemengtem Eisenocker. Der Sand besteht aus mehr oder weniger abgerundeten Quarz- und Feldspath- nebst etwas Kieselkörnern, und diese sind an Grösse so ungleich, dass ein Theil den feinsten Schlamm ausmacht, und andre Erbsen oder Bohnen gleichen. In diesem Sande kommen Anhäufungen (sammangyttringar) von grössern und kleinern Steinen vor, worin die obgedachten Materien sichtbar sind.

Die grössern zusammengebackenen Steine sind flach und gleichförmig, zuweilen einige Zolle, aber nicht selten 5 oder 6 Viertelellen dick. Uebrigens haben sie keine gewisse Figur. Einige sind vierkantig, andere fünf- oder sechseckig, rund oder irregulär. Sie liegen oft horizontal, nicht selten aber etwas geneigt, zuweilen stehen sie auch auf der Kante.

Aus diesen werden Mühlsteine gemacht, wozu man diejenigen, welche gegen den Horizont incliniren, zweckmässiger gefunden, als die, welche horizontal liegen.

Der Sand, worin sie liegen, ist gröber als anderwärts, und enthält zusammengehäufte kleine Steine, welche nach ihrer Zusammensetzung den Steinen, die sie umgeben, gleichen. Um die besten Mühlsteine herum findet man diese kleinern Steine, welche Marekivi heissen, in grösstem Ueberflusse, und benutzt sie zu Oefen, weil solche der Veränderung durch die Wirkung des Feuers am besten widerstehen sollen.

Uebrigens hat man gefunden, dass die festern Mühlsteine in einer grössern Teufe vorkommen, und dass die, welche oben zunächst am Tage stehen, meistens von lockerer Textur, und zu Mühlsteinen weniger dienlich sind, weil sie während des Mahlens gleichsam zu Teig werden. Auch hat man selten taugliche Steine in Sümpfen oder Thälern gefunden, wo sie theils allzu weich, theils hart und spröde sind, wenn sie vom Eisenocker durchdrungen worden. In Rücksicht der Güte zur Bereitung der Mühlsteine können diese Steinarten in 4 Hauptklassen getheilt werden *):

1) Die, welche wegen ihrer Zähigkeit und Festigkeit zu Mühlsteinen am zweckmässig-

*) Die Mühlsteine verdienen wohl eine so genaue und vollständige Beschreibung, da sie für jedes Land so wichtig sind, dass die Englische Gesellschaft zur Aufmunterung der Künste seit vielen Jahren schon, jedesmahl 100 Guineen, für die Entdeckung guter Mühlsteine ausgesetzt hat.

sten sind, finden sich aus theils durchscheinenden und klaren, theils grauen oder weissen halbklaren oder opaken, mehr und weniger abgerundeten Quarzkörnern, fleischfarbigen, hellern und dunklern, zum Theil verwitterten, theils noch unversehrten Feldspath, nebst einigen Körnern von Jaspis und Hornstein von verschiedener Farbe zusammengesetzt. Der bindende Stoff ist von grauer, meistens in's Gelbe oder Grüne fallender Farbe, selten röthlich, und gleicht bald Speckstein, bald Steinmark, worin zuweilen einige kleine weisse Glimmerschuppen sichtbar sind. Adern von einer dunkelbraunen härtern Steinart finden sich in diesen Steinen, oft in parallelen Streifen eingestreut, welche ihre Farbe von einem mehr eisenhaltigen Bindungsmittel zu haben scheinen. Oft kommen weisse oder hellgraue Adern oder Spalten vor, die mit einer dem feinsten Sande gleichenden Materie angefüllt sind, worin sich zuweilen Stücken oder Scheiben von einem etwas verhärteten gelbgrauen Thon oder Steinmark finden. Der diese Steinart umgebende Sand scheint thonhaltiger, als bey den folgenden, und enthält auch die meisten von den kleinern Zusammenhäufungen oder sogenannten *Marekivi's*.

2) Steine von eben der Materie, aber von etwas lockerer Textur, welche zunächst den vorbeschriebenen zu Mühlsteinen anwendbar sind. Diese haben eine hellgrauere Farbe, weil die Feldspathkörner mehr verwittert sind. Die dunkelbraunen Adern vermisst man darin. Der bindende Stoff hat ein thonartigeres Ansehen, und die Glimmerschuppen sind seltner.

3) Steinarten, welche mit den obigen von einerley Zusammensetzung zu seyn scheinen, worin aber wenige Feldspathspartikeln sichtbar sind, weil sie grösstentheils verwittert angetroffen werden. Diese sind viel lockerer und zu Mühlsteinen unbrauchbar.

In dem Sande, welcher die beschriebenen Steinarten zunächst umgibt, kommen nicht selten, besonders in den zwey erstgenannten, grössere und kleinere Klumpen von einem feinen hellgrauen feuerbeständigen Thone vor, welcher genau dem köllnischen Pfeifenthon gleicht.

4) Harte dunkelbraune Steine, welche von eben der Beschaffenheit, wie die in den Arten Nr. 1. vorkommenden Adern zu seyn scheinen. Diese bestehen aus mehr oder weniger abgerundeten Quarz- und Kieselkörnern, meistens zerfallenen Feldspath, und einem schwarzbraunen Bindungsstoff, worin man einige einzelne Glimmerschuppen entdecken kann. Diese Arten hält man für etwas besser, als Nr. 3., ungeachtet man eben so wenig gute Mühlsteine daraus machen kann, weil sie sich wegen ihrer Sprödigkeit nicht gut verarbeiten lassen. Kleine Höhlungen in diesen Steinen sind mit Eisenocker angefüllt, und der sie umgebende Sand ist gelbbraun oder ockerfarbig.

Man findet in den zusammengebackenen Steinen so wenig, als in dem lockern Sande, Spuren von versteinerten organischen Körpern oder Abdrücken davon.

Bereitung der Mühlsteine.

Schon von uralten Zeiten her, haben sich die Einwohner von Säkylä mit dem Aufsuchen, Verfertigen und Veräussern der Mühlsteine beschäftigt, und diese Arbeit wird noch beständig mit solcher Betriebsamkeit fortgesetzt, dass jährlich beynahe 100 Paar Mühlsteine gemacht werden.

Ehemals hatte jeder Einwohner in Gross-Säkylä gleiches Recht, Mühlsteine zu brechen, nachdem aber der Steinbruch bey der Aufhebung der Gemeinheiten (storskifte) unter die grossen Ackerleute (Hemman) des Dorfs Gross-Säkylä vertheilt wurden, hat jeder von diesen letztern seinen bestimmten Antheil davon. Sie erlauben doch den Kothsassen und Häuslingen, dass solche, gegen eine kontraktmässige Abgabe, für sich Steine brechen; meistens aber benutzen die Grundherren den Beytritt derselben zur Arbeit selbst, und bezahlen ihnen einen gewissen Theil des, aus den verkauften Mühlsteinen gelöseten, Geldes.

Im Anfange des Oktobers, wo sie hiezu am besten Zeit haben, wird gewöhnlich mit der Arbeit angefangen, welche draussen, so lange als der Boden bloss ist, fortgesetzt wird. Das Aufsuchen der Steine geschieht mit einer eisernen Stange, welche an verschiedenen Stellen in den Sand eingestossen wird. Trifft man auf Stein, so wird das Loch erweitert, so dass die Stange durch ihre eigne Schwere auf den Stein niederfallen kann, wobey diejenigen, welche einer solchen Arbeit gewohnt sind, aus dem Klange des Eisens leicht beurtheilen können, ob der Stein eine nähere Untersuchung verdient.

Ist die Anleitung gut, so nimmt man den Sand rings um das Loch bis auf den Stein weg, und hebt letztern mit hölzernen Bäumen allmälig auf, während man immer Sand und kleine Steine darunter bringt, bis man ihn ganz zu Tage gefördert hat.

Man hält es nicht der Mühe und Kosten werth, Steine herauszubringen, die tiefer als 3 Ellen liegen. Findet sich eine zu Mühlsteinen tüchtige Wand in einer grössern Teufe, so merkt man sich blos die Stelle, damit man sie künftig wieder finden kann, weil man aus alter Erfahrung wissen will, dass derselbe Stein nach 5 oder 6 Jahren der Erdoberfläche näher liegen soll. Viele wollen auch mit Gewissheit behaupten, dass die Steine in der Erde wachsen, weil sie erfahren haben wollen, dass sich an solchen Stellen, wo vor 20 Jahren Steine weggebrochen worden, neue finden.

Die Steine werden an Ort und Stelle etwas behauen, und alsdann meistens nach dem Dorfe geschafft, um sie im Winter fertig zu machen, d. i. um sie cirkelrund zu hauen, und durch den Mittelpunkt ein Loch zu bohren. Die erste Bildung geschieht theils durch Sprengen mit Pulver, oder Brennen, theils auch mit eisernen Keilen, besonders wenn sich offene Ritzen darin finden. Zuletzt beputzt man sie mit verstählten Schlägeln, die einen durch die Erfahrung bestimmten Grad von Härte haben müssen. Ein geübter Arbeiter kann in einer halben Stunde ein Loch durch einen $^3/_4$ Ellen Stein bohren.

Man findet oft zwey Steine zusammengewachsen, entweder grade auf einander, oder auch in der Quere, so dass die Kante des einen an der flachen Seite des andern befestigt ist. Wenn die Ritze oder Ablösung (remnan) zwischen den Steinen sichtbar ist, dann kann man sie durch Keile leicht von einander bringen. Sonst bedient man sich hiezu des Feuers, welches aber zuweilen missglückt.

Die grössten Mühlsteine, welche in Säkylä verfertigt werden, sind 1 Elle dick und von 10 Viertelellen im Durchmesser. Ein Paar solcher kosten auf der Stelle, wenn sie fertig sind, 20 oder 21 Riksdaler *). Vor einigen 60 Jahren verkaufte man ein Paar ähnliche

*) Ein Riksdaler ist nach dem 30 fl. Fuss 1 Rthlr. 11 ggr. und 1 Daler Kupfermünze etwa $1\,^3/_4$ ggr. *D. Ueb.*

für 12 oder 15 Daler Kupfermünze. Für Steine von 1 $^1/_2$ Viertelellen dick und 6 Viertelellen im Durchmesser würden jetzt 3 oder 4 Riksdaler bezahlt. Auch verfertigt man kleinere Steine zu Handmühlen.

Der Absatz erstreckt sich nicht blos auf Schwedische und Finnländische Städte, sondern auch ins Ausland, besonders nach Riga und Reval, wohin die Steine meistens durch Raumosche Schiffer gebracht werden.

Von der Entstehung der Mühlsteine.

Die Mühlsteine bey Säkylä enthalten diejenigen Stoffe, welche Granit ausmachen, nämlich Quarz, Feldspath und Glimmer, ohne Ordnung vermengt; sie unterscheiden sich aber von den Granitarten dadurch, dass diese Stoffe nicht zusammengewachsen sind, oder unvermerkt in einander übergehen, sondern durch deutliche Grenzen von einander abgesondert sind. Jedes Korn ist mehr oder weniger abgerundet oder gleichsam an den Kanten abgenutzt. Ferner kommen runde Körner von Hornstein oder Jaspis, welche sich nicht im Granit finden, vor, und endlich bemerkt man in dieser Steinart einen zusammenbindenden Stoff, welcher theils Speckstein oder Steinmark, theils Thon, theils Eisenocker gleicht. Folglich ist kein Zweifel, dass diese Steinarten zum Sandsteingeschlecht gehören, wohin sie auch von Wallerius, Tilas und mehreren Mineralogen gerechnet worden sind.

Ueberhaupt hält man dafür, dass die Sandsteine vom Granit, welcher zu Sand verwittert ist, der sich nachher wieder zusammengebacken, entstanden sind. Oft bestehen sie aus lauter Quarzkörnern, die entweder mit oder ohne irgend einen sichtbaren bindenden Stoff zusammengefügt worden. Der Feldspath und Glimmer, welche mehr als der Quarz den Verwittern unterworfen sind, zerfallen allmälig zu Thon und anderm feinem Schlamm, welcher durch das Wasser von den schweren Quarzkörnern leicht abgespült werden konnte.

Meistentheils findet man, dass der Feldspath im Granit mehr zum Verwittern geneigt ist, als der Glimmer, weshalb oft im Sande so wohl als Sandsteinen blos Quarzkörner und Glimmer zu entdecken sind. Doch findet sich auch Granit, wo der Feldspath dem Verwittern länger, als der Glimmer widersteht *) Von solcher Beschaffenheit scheint ein grosser Theil der Finnischen Granitgebirge (graberg) zu seyn. Der Sand, welcher in Finnland am gewöhnlichsten vorkommt, enthält viel Feldspath, und in den Graniten, welche dem Verwittern am meisten ausgesetzt sind, findet sich der Feldspath noch mit seiner würflichen Figur und seinen scharfen Ecken, auch nachdem der Zusammenhang zerstört worden, und der Berg einem Schutthaufen gleicht. Dieses kann man überall an dem sogenannten Murk-

*) Hrn Karsten beschreibt Stuffen von sibirischem Granit, wo der Glimmer durchaus zu einer Art Speckstein verwittert war, während der Feldspath seinen Glanz unverändert behalten hatte. S. Hrn. Leske hinterl. Mineralien-Kabinet, beschr. von Karsten, Bd. 2. S. 10. 11.

stein oder Rapakivi, welcher in den Kirchspielen Nykyrko, Letala und Eura vorkommt, wahrnehmen *).

Es ist also wahrscheinlich, dass der um Säkylä allgemein befindliche Sand und Sandstein, in welchem viel Feldspath, aber wenig Glimmer gefunden wird, von diesen in der Nachbarschaft noch sichtbaren Bergstrecken seinen Ursprung habe.

Wo der Sandstein in grösseren Strecken vorkömmt, finden sich meistens deutliche Spuren von Ueberschwemmungen und Wasserfluthen. Seine weitläuftigen Lagen in horizontalen Schichten, und die darin in grosser Menge vorkommenden Ueberreste von Seethieren, beweisen deutlich, dass sie durchs Meerwasser von andern Orten hergebracht worden, und dass sie zu den Flötzgebirgen gehören. Dass aber nicht aller Sandstein einen ähnlichen Ursprung habe, hielt schon Tilas für wahrscheinlich, wie er die hohen Sandsteinsfälle in Dalarne betrachtete, welche mehr Gleichheit mit uranfänglichen Gebirgen haben **). Man hat an verschiedenen Orten grosse Sandsteinstrecken, ohne ein Zeichen von Versteinerungen, gefunden ***), woraus man wenigstens schliessen zu können scheint, dass nicht aller Sandstein im Meerwasser gebildet worden.

Ob diejenigen Stoffe, woraus in Säkylä Mühlsteine bestehen, von andern verwitterten Bergen durch Wasserfluthen dahin zusammengeführt worden, oder ob sie von einem ehemals daselbst belegenen festen Granitgebirge herstammen, — dies kann ich nicht mit Gewissheit bestimmen. Es ist bekannt, dass Granit, welcher zu groben Sande verwittert ist, sich gern aufs neue zusammenbackt, besonders wenn der Feldspath eisenhaltig ist ****). Hieraus möchte ich wohl glauben, dass eine ähnliche Verhärtung hier Statt gehabt hat, und noch jetzt fortdauert. Wenn man annimmt, dass der grösste Theil von Säkylä, und besonders der Ort, wo sich jetzt der Steinbruch befindet, ehemals aus einem Granitgebirge bestand, welches durch die Wirkung der Luft und des Regenwassers, so wie durch den Wechsel der Jahrzeiten, zu Grus und Thon verwandelt worden, so kann man sich leicht vorstellen, dass die feinsten Thonpartikeln durch Regenwasser allmälig zwischen den gröbern Sand geschlämmt, und der allenthalben unter dem Sande befindliche blaue Thon davon entstanden seyn können. Wo eine Schicht von feinerm Korn oder von mehr eisenhaltiger Zusammensetzung vorkam, da konnte sich der Thon nicht so ungehindert durchdrängen. Ein Theil sonderte sich also vom Wasser ab, schloss die Luft aus, wodurch die Verhärtung befördert ward. Wo häufiger Schwefelkies eingemengt war, da wurde die Verhärtung durch das Verwittern desselben stärker, wovon

---

*) Tilas bemerkte, dass der Glimmer in diesem Rapakivi talkartig, oft mit Graphit und Schwefelkies überzogen war, wovon er auch seine Neigung zum Verwittern herleitet. S. Abhandl. der Königl. Schwed. Akad. für 1740. 3:tes Quartal, und 1757. 3:tes Quartal.

**) Rinmans Bergweesen-Lexicon. Th. 2. S. 527. 528.

***) Charpentier fand in Sachsen mehrere weitläuftige Sandsteinlager, ohne Abdrücke von organischen Körpern. S. dessen mineralog. Geographie der Chursächsischen Lande. S. 24. 26.

****) Lasius führt in seinen Beobachtungen über die Harzgebirge Th. 1. S. 91. ff. an, dass man künstlichen Granit erhält, wenn zerfallene Theile von Granit oder Granitsand einige Zeit in gleicher Feuchtigkeit erhalten, und von dem Zutritt der Luft verwahrt werden. Er ist geneigt zu glauben, dass auch Granit von späterem Alter auf solche Weise natürlich entstanden sey.

die harten und spröden schwarzbraunen Steinen herzustammen scheinen. Die gleichseitige Figur der Mühlsteine scheint den Gedanken zu verstärken, dass sie von der Schicht oder dem Lager des Gebirges selbst herrühren. Ob sich aber mit dieser Meynung die allgemeine Erfahrung, dass die Quarzkörner meistens abgenutzt und abgerundet sind, dass auch Jaspis und Kieselkörner in dem Gemenge, wiewohl sparsam, vorkommen, und dass, der vorgeblichen Erfahrung der Einwohner zufolge, dergleichen gleichseitige Steine noch täglich wachsen, auch die angrenzenden und oft zusammengewachsenen Mühlsteine in Rücksicht ihrer Lage einander sehr ungleich sind, vereinigen lasse — alles dieses, nebst der Erklärung, wie diese Mühlsteine sich in der Erde bewegen, heraufsteigen und sich der Erdoberfläche nähern, überlasse ich gern der Prüfung und Untersuchung aufgeklärter Naturforscher.

Correspondenzen Joh. Gadolins, die im Druck erschienen sind, in Auswahl.

Crells chemische Annalen.

1. Jahrg. 1788. I. S. 144—148 und 226—229.

Meinem Versprechen zu Folge, Ihnen einige Nachricht von meiner Reise mit Herrn Kirwan nach Irland zu ertheilen, will ich vorläufig einiger mineralogischen Bemerkungen erwähnen. — Der erste Ort an welchem wir uns aufhielten, war Coalbrookdale, ein sowohl wegen seiner eisernen Brücken, als wegen der wilden Aussicht sehr merkwürdiger Ort. In den in der Nähe befindlichen Kohlengruben hat man flüssiges Bergöhl gefunden, und man hoffet es häufig genug zu gewinnen, um einen Handel damit treiben zu können. In diesen so wie in vielen anderen Kohlengruben Englands findet sich eine Art Thonschiefer, welcher sehr eisenhaltig ist, und zu dessen Benutzung man mehrere Eisenwerke angelegt hat; die Arbeitsleute nennen ihn Ironstone. Dieser Stein ist etwas schwer; nach dem Rösten aber lockrer und leicht; unter dem Rösten verliehrt er seine schwarze Farbe, und nimmt eine Ockerfarbe an; der Aussage der Arbeitsleute zufolge gibt er 30 p. C. Erst wird er im hohen Ofen mit abgeschwefelten Steinkohlen (Coaks) zu Gusseisen geschmolzen, welches in länglichte Stäbe, die nicht über 3″ dick sind, gegossen wird. Diese werden in dem Heerde vor dem Gebläse aufgeweicht und gearbeitet, und hernach unter einem Hammer zu flachen Scheiben ausgedehnt. Der Hammer selbst wiegt 3 Tonnen, die Tonne a 20 Ctr. und den Ctr. a 120 Pf. Diese Scheiben werden heiss in kaltes Wasser geworfen, nachher in kleine Stückchen gehauen und in erdnen Tiegeln, in einem Windofen geschmolzen. Dieses wiederhohlte Schmelzen ist wahrscheinlich das erste Mittel, das Eisen von den Unreinigten, die es von dem Coaks angenommen, zu befreyen. Die dortige Anstalten beweisen, dass das Eisen daselbst einen geringen Wehrt hat, in dem sie sonst ökonomischer damit umgehn würden. Von da setzten wir unsre Reise durch Schrewsbury und Wales fort. Der Weg folgte einer ununterbrochenen Kette von Bergen bis an die Westseite von Anglesey. Die Gebirgsart ist Thonschiefer, dessen Lager in Ansehung seiner Richtungen sehr verschieden sind, bisweilen horizontal, und bisweilen beynahe vertikal. Auch wechselt er in Ansehung seiner Zusammensetzungen sehr ab, bald

sehr fein splittrig, bald als guter Dachschiefer, bald sandig und bald mit Lagen von Glimmer vermischt. Der Glimmer scheint gegen Westen zu zunehmen.

In Anglesey besahen wir die dasige sehr merkwürdige Kupfergrube, die kaum seit 8 Jahren mit Ernst bearbeitet worden; sie liefert jährlich über 3000 Tonnen Kupfer. Das Erz ist gewöhnliches gelbes Kupfererz, wovon 200 Tonnen überhaupt 1 $^1/_2$ Tonnen Metall liefern. Es streicht in einem Gange von O. nach W. fort. Der Gang ist sehr mächtig, und hält bisweilen 25 Yards zwischen dem Hangenden und Liegenden. Das Hangende sowohl als das Liegende besteht aus Thonschiefer; gewöhnlich ist das Hangende mit Schwefelkieskrystallen eingesprengt; sonst wechselt die Beschaffenheit des Schiefers in Ansehung seiner Vermischung sehr ab, und ziemlich reinen Thonschiefer findet man bisweilen mit Glimmer und a. d. m. vermengt. Die Bergart, womit das Erz vermischt ist, besteht hauptsächlich aus Quarz und Hornstein und einer Art Speckstein. Das Erz ist sehr häufig mit Bleyglanz und Zinkblende vermischt, welche zuerst sorgfältig ausgeschieden, und als unnütz verworfen worden. Bleyerz wird auch sehr häufig unter der Gestalt eines Kalks gefunden, welcher aus einem verwitterten Bleyglanze entstanden zu seyn scheint; am häufigsten aber als weisser oder graulichter Bleyvitriol; alle Versuche, die man damit gemacht, um Bley im grossen daraus zu schmelzen, sind bisher misslungen. Man findet hier ebenfalls crystallisirten Bleykalk, Bleyspath, Bley mit Phosphorsäure vererzt, auch rothen Bleykalk, gediegene Mennige. Unter andern hat man auch eine schwerere Steinart gefunden, welche man für Schwerspath hält; ich werde aber besser hievon urtheilen können, wenn ich ihn künftig nebst verschiedenen andern Proben zu analysiren Gelegenheit habe. Man arbeitet nun 80 Yards unter dem Tage, und weil man noch keine Veränderuug in dem Erze wahrgenommen, so fähret man fort, tiefer zu gehn; wahrscheinlich wird dieser Berg noch lange fortfahren, ergiebig zu seyn, weil man sogar 3 Meilen von der Grube am Tage eine Fortdauer desselben Erzes bemerkt hat; nur wäre zu wünschen, dass man anfinge etwas bergmännischer zu arbeiten, weil man sonst im Kurzen zu viel Ungelegenheit von den niederrammelnden Steinen erfahren wird; auch erfordert die Zunahme des Gruben-Wassers, dass man die neulich angefangenen Stollarbeiten mit Ernst fortsetzt. Beym Rösten des Erzes hat man eine Anstalt vorgenommen, welche vortheilhaft zu werden scheint.

Um den während dem Rösten entgehenden Schwefel in einem kalten Raume zu sammlen, hat man verschiedene Strukturen der Rostöfen ausgedacht. Aufrechtstehende conische Rostöfen wurden bisher hiezu am schicklichsten gefunden; weil aber das Erz nicht so gut darinn geröstet werden kann, so wird man noch mehrere Versuche anstellen, um zu sehen, welche am vortheilhaftesten sind. Den Englischen Prozess, das Kupfer aus dem Erze zu schmelzen, sah ich in Lankashire zu Ravenhead. Denn hierher und nach Swansea in Südwallis wird von Anglesey alles verschifft, um zu Gute gemacht zu werden.

Da ich mich einige Tage in Flintshire aufhielt, so besahe ich auch die ohnweit Holywell liegende Bley-, Gallmey- und Kohlengruben. Bley und Gallmey sind hier immer in Kalkläger eingehüllt, beynahe gänzlich aus petrifizirten Schnecken, Entrochiten u. s. w. bestehen. Die Bleygänge sind mehrentheils reich am Bley; das Bley gibt aber selten über ein Loth Silber vom 100; auch findet man hier Bley in Kalkform. Der Gallmey ist sehr mit Bleyglanz verunreinigt; er wird aber sorgfältig durchs Waschen und Kalziniren gereinigt, ehe man ihn

zum Messing anwendet. — Was die allgemeine Ordnung betrifft, welche die übereinander liegenden Schichten sowohl hier als in Derbyshire, und andern Provinzen Englands befolgen, so sind solche aufmerksam vom Hrn Whitehurst beobachtet, dass ich es kaum wage, ein Wort zuzusetzen. Nur einer einzelnen Bemerkung in Derbyshire will ich noch erwähnen, Der hier so allgemeine Flussspath mag gewiss zu spätern Zeiten entstanden seyn. Davon überzeugte ich mich noch mehr, wenn ich seine Lage in den Gruben selbst beobachtete; so z. B. enthält Gregory's Mine in Aschover einen schönen Bleyglanz, der sehr rein in dem Kalkberge, welcher sowohl das Liegende als das Hangende ausmacht, fortgeht. Aber allemahl wo das Erz nicht genau in die Wände schliesset, findet man die offnen Spaltungen mit Krystallen aus Kalkspath und Flussspath angefüllt. Der Flussspath, der kubisch angeschossen ist, ist hier der allgemeinste, und folget den Hauptgängen und Adern auf beyden Seiten. So findet man diesen Flussspath allemahl in Druslöchern im Kalkberge angeschossen. Es bleibt daher kein Zweifel übrig, dass nicht nur der Flussspath erst hernach entstanden, nachdem der Kalkberg schon gebildet, sondern auch, nachdem die Metalladern ihre Plätze eingenommen hatten. — — Mögte man wohl nicht durch fernere Beobachtungen entdecken können, wie die Flussspathsäure entstehn kann? Wahrscheinlich muss sie hier zusammengesetzt werden. Vielleicht gehört die Ehre der Bestimmung der näheren Bestandtheile dieser Säure in das Gebiet der Chemie. Die Zerlegung des Kalkspaths und die Kalkkrystallen durch die Schwefelkiese kommen oft sehr auffallend vor. Beynahe alle Zeit, wo man Schwefelkiese bey diesen Krystallen findet, sind jene mehr oder weniger verwittert, dunkel, oft sehr pulverförmig, und mit Eisenocker von dem zersetzten Kiese vermischt. Auf eben dieselbe Art bewirkt die Zinkblende eine Zersetzung der Kalkkrystallen. Der entstandene Gyps scheint weggewaschen zu werden, und man findet, dass alsdenn der hervorgebrachte Gallmey den Raum der Krystallen ausfüllt. Noch will ich Ihnen eine Bekanntschaft erzählen, die ich in Bakewell machte. Herr White Watson nehmlich, ein einsichtsvoller Mann, widmet sich daselbst den Derbyshire Mineralienkenntnissen. Seine Beschäftigung ist, Steine zu schleifen, die er mit allen Mineralien von Derbyshire für Liebhaber sammelt. Man kann eine sehr vollständige Sammlung für 5 bis 10 Guine haben. Er füget ebenfalls geschliffene Steine sehr künstlich zusammen, so wie die Schichten in Derbyshire über einander liegen. Man wird vielleicht in einen Jahre eine Oryktographie von Derbyshire von ihm erhalten, die er mit illuminirten Kupfern herausgeben wird. — Und endlich will ich Ihnen eine Erscheinung berichten, die man mir bey Herrn Wedgwood, welcher seine Manufaktur ohnweit dieser Stadt hat, erzählte. Man beobachtete, dass ein sehr weisser Thon der Luft ausgesetzt, eine ockerfarbne Oberfläche erhält, welche wahres Eisen ist, welches man vorher in dem Thon nicht fand, und aus der Luft abgesetzt zu seyn glaubt.

2. Jahrg. 1788. I. S. 415—419.

Aus der Erscheinung des Eisenockers an dem weissen Thon des Hrn. Wedgwoods war ich geneigt zu glauben, dass hier eine Verwandlung vor sich gegangen war; nachdem ich aber von neuem daran gedacht habe, so finde ich, das obgedachtes Phänomen so was nicht beweiset, denn es ist bekannt, dass die Eisenerde mit einer gewissen Menge vom Brennbaren nicht allein weiss ist, sondern auch ungeschickt wird, andere Farben im Feuer hervorbringen zu

können. Dieses mag wohl der Fall mit dem weissen Thon des Hrn. W. seyn, dass dieser nemlich schon in seinem frischen Zustande dieselbe Menge Eisen enthält, als nachdem er der Luft ausgesetzt, eine Ockerfarbe angenommen hatte, nur dass er hiedurch sein Phlogiston verlor. — — Man findet allenthalben Erscheinungen, die zu Gedanken von Verwandlungen der Erdarten Anleitung geben; allein man muss in solchen Schlussfolgen sehr behutsam seyn. So glaube ich, dass die Lagen der Flintensteine in Kreide, es gar nicht wahrscheinlich macht, dass die eine von der andern abstammt. Ich habe hier öfter gesehen, dass die Flintensteine in den Kreidegruben horizontale Lagen ausmachten; daraus schliesse ich, dass sie einmal auf die Oberfläche der Kreide gelegen haben, und dass sie darnach wieder unter neuer Kreide begraben worden sind. Das halbdurchsichtige Aussehen sowohl, als die unregelmässige Figur dieser Steine, scheinet es zu zeigen, dass dieselben ehemals aus einer Gallerte bestanden haben, und in diesem Zustande glaube ich, dass sie als im Wasser schwebend, auf die schon abgesetzte Kreide ausgebreitet, gerollet und zertheilt gewesen sind; weil sie dann noch ganz weich waren, so konnte auch die pulverförmige Kreide etwa durch die Oberfläche eindringen, und daher entstand die weisse Kruste, die die Flintensteine umgiebt. Dass die Kieselmaterie gallertartig gewesen ist, scheinet mir so viel wahrscheinlicher, da man sie noch dann und wann in dieser Gestalt findet (S. Chem. Annal. 1785 11 St. p. 395 etc.). Auch habe ich in Anglesey was Aehnliches gefunden, das ich untersuchen werde, so bald ich meine da gemachte Sammlung in London haben werde. Auf dieselbe Art scheinet mir der hiesige Grand entstanden zu seyn, dass nämlich die gallertartige Kieselmaterie, durch die Bewegung im unreinen (das ist mit Thon- oder Eisenerde vermischten) Wasser, sich in kleinen Theilen zertheilte.

Was das Phlogiston betrifft, so bin ich wohl von derselben Meinung, dass es nichts anders, als die Lichtmaterie, oder sein vorzüglicher Bestandtheil seyn kann. Das Phlogiston die brennbare Luft selbst wäre, kann ich mich nicht überreden, so hoch ich auch den Erfinder und Vertheidiger dieser Hypothese schätze, und so sehr ich ehemals geneigt war, dieser Meynung beyzutreten. Das Phlogiston, wenn es was ist, ist wie die Wärme, ein elementarischer Körper, dessen Schwere wir nicht messen können. Seine Eigenschaften sind aber von den Eigenschaften der Wärme auch darin verschieden, dass jener mit Körpern chemische Verbindungen eingehet, und befindet sich z. B. in Metallen in einem soliden Zustande; die Wärme scheinet dagegen ihrer Elasticität niemals beraubt zu werden. — Die ganze Sache kommt nur auf zwey Umstände an: 1) Ob das Licht eine Materie sey; 2) Ob die während des Brennens losgemachte Lichtmaterie aus den brennbaren Körpern herkommt. Die erste Frage bejahen auch die Gegner des Phlogistons; aber die zweite leugnen sie, und wollen das Licht als einen Bestandtheil der Lebensluft ansehen. Sie behaupten, dass die Lebensluft eine Menge von der Lichtmaterie nöthig hat, um in Luftgestalt zu erscheinen; diese Lichtmaterie wird also nach ihnen, dem Principe Oxigene mitgetheilt, wenn es aus metallischen Kalken, Salpeter etc. ausgetrieben wird, und dagegen von der Luft abgeschieden, wenn sie sich mit brennbaren Körpern verbindet. Könnten sie dieses beweisen, so hätte ich nichts weiter für das Phlogiston zu sagen. Allein mir kommt der Gegensatz noch viel wahrscheinlicher vor. Schiesspulver kann angezündet werden, und giebt das Licht von sich im luftleeren Raume, und in verschlossenen Gefässen, wo kein Zutritt der Lebensluft statt findet. Hier muss man mir doch zugeben, dass die Lichtmaterie im Pulver verbunden war. Niemand behauptet, dass es im Salpe-

ter war, welches auch gar nicht mit der Erklärungsart der Antiphlogistianer übereinstimmen würde. Also wäre die Lichtmaterie in dem brennbaren Körper, welches gerade meine Behauptung war; sie ist ein Bestandtheil der Kohlen, sie ist der brennbarmachende Grundstoff, das Phlogiston. — Die Salpetersäure entstehet, wenn elektrische Funken durch die Mischung von Lebens- und phlogistischer Luft gehen. Die elektrischen Funken sind ja Licht, und hier bewürken sie gerade das Gegentheil von dem, was das Licht nach der antiphlogistischen Meinung thun sollte, nemlich sie berauben die Lebensluft ihrer Elasticität. Nach meiner Meinung würken sie als Phlogiston, ziehen die Wärme an, und geben dadurch den Grundbestandtheilen der Luftarten Freyheit, sich mit einander zu vereinigen. Auf eine ähnliche Art entstehet die natürlich erzeugte Salpetersäure, nur dass das losgemachte Phlogiston der faulenden Körper das anrichtet, was in obgedachtem Versuche die elektrische Funken. — Wie das Licht seine ungemeine Feinheit und Beweglichkeit erhalte, kann man wohl nicht so leicht erklären; auch wird es nicht mehr erklärbar, wenn man annimmt, dass es in seinem verbundenen Zustande ein Bestandtheil der Lebensluft ist. Die Versuche des Hrn. de la Metherie, (Roz. Journ. Sept.) sind sehr merkwürdig, und verdienen gewiss weiter verfolgt zu werden; sie sind aber eigentlich gar nicht der Theorie vom Phlogiston entgegen.

3. Jahrg. 1788. II. S. 50—51.

Mit Hrn Dr Crawford habe ich einige Versuche zusammen angestellt, wobey wir insonderheit die Absicht hatten, den Zusammenhang derjenigen Versuche, die ich in Schweden gemacht hatte, und die mir so anomalisch ausgefallen sind, auszumachen. Wir haben freylich die Richtigkeit meiner vorigen Versuche bekräftigt, allein die Sache hat sich so geschwind nicht ausmachen lassen. Die Materie ist, wie auch Hr Landriani zu sagen pflegt, äusserst verwickelt, und fordert noch viele Arbeiten und Versuche aus verschiedenen Gesichtspunkten. Es ist mir äusserst lieb, wahrzunehmen, dass Hr. Landriani sich auch, wahrscheinlich aus einem eigenen Gesichtspunkte, damit beschäftiget. Hr. Dr. Crawford, der die Theorie der Capacitäten, (die doch gewiss etwas sehr schönes und vortreffliches enthält), so sinnreich und genugthuend zur Erklärung der thierischen Wärme, und der Hitze des Feuers, angewandt hat, wird auch gewiss die Materie nicht verlassen; und wenn ich wieder nach Schweden zurück komme, so werde ich mich auch nach meinem Vermögen ernstlich damit abgeben. Hoffentlich werden wir zusammen ein Ganzes hervorbringen können. — Die Versuche des Hrn Lorgna, um mineralisches Alkali in Bittersalzerde zu verwandeln, habe ich nachgemacht; der Erfolg aber ist mir ganz anders ausgefallen; ich habe wohl etwas, aber nur äusserst wenig, von der Erde erhalten. Auch habe ich eine äusserst geringe Menge Bittersalzerde im mineralischen Alkali sowohl kaustischen oder luftgesäuerten, auf nassem Wege auflösen können. Hr Lorgna muss sich also noch wahrscheinlich einige Handgriffe vorbehalten haben, deren Bekanntmachung ein grosses Licht über die Materie geben könnte.

4. Jahrg. 1788. II. S. 140—142.

Erlauben Sie mir zu meinen ohnlängst mitgetheilten Versuchen mit Berlinerblau- und Eisenniederschlägen*) noch einige Bemerkungen hinzuzufügen. Weil das Gewicht der Niederschläge sehr schwer zu bestimmen ist, so habe ich ein anderes Mittel vorgeschlagen, den Eisengehalt einer sauren Auflösung zu berechnen; indem ich ihn aus der Menge der zum Niederschlagen erforderlichen Blutlauge bestimme. Hierzu ist es nöthig, dass die Blutlauge bestimmt sey. Dieses bewürke ich theils dadurch, dass ich die Menge des Wassers, das ich darzu mische, genau abmesse, theils durch die Bestimmung der Stärke meines Alkalis. Ich bereite meine Blutlauge gewöhnlich aus $^1/_2$ Unze Weinsteinsalz und einer Unze guten Berlinerblau's (wenn das Berlinerblau schwach ist, so muss man noch mehr nehmen, und überhaupt ist es besser, etwas überflüssiges Berlinerblau zu nehmen, damit man von der Sättigung des Alkalis versichert sey); diese Mischung digerire und koche ich mit ohngefähr 8 Unzen Wasser, über $^1/_2$ Stunde, thue es auf ein Filtrum, und lauge es mit kochendem Wasser aus, bis dann die ganze Lauge einen Raum von 27 Loth Wasser einnimmt. Die stärke meines Alkalis erfahre ich, wenn ich eine gegebene Menge davon mit Vitriolsäure sättige, die darzu erforderliche Vitriolsäure abmesse, und darnach zusehe, wie viel von milder Bittersalzerde dieselbe Menge von derselben Vitriolsäure aufnehmen kann; diese schreibe ich auf. Um mich allgemein auszudrücken, nenne ich die Menge der Bittersalzerde, die auf diese Art mit 1 Loth von Alkali übereinstimmt, m. Wenn nun zum Niederschlag des Eisens aus seiner Auflösung so viel von der Blutlauge erfordert wird, als einen Raum a Lothen Wassers einnimmt, so wird der Gehalt von metallischem Eisen, in der Auflösung $\frac{m \times a}{105}$ Lothen gleich. Diese Ausrechnungsart halte ich für die beste, wenn sie gleich auch etwas mehr Umständlichkeit und Genauigkeit als die gewöhnliche erfordert; man kommt aber dadurch gewiss der Wahrheit am nähesten, weil ein kleiner unzuvermeidender Fehler, keinen merklichen Einfluss auf den Ausschlag hat. — — Dr. Priestley's Abhandlung über die Verbindung der brennbaren und Lebensluft, ist schon in den Philos. Transaktionen gedruckt. Er wird bald eine neue über dieselbe Materie eingeben, worin er die Proportion der Salpetersäure und des Wassers, (die nach der Verpuffung der Luftarten entstanden ist) genauer bestimmt. Er soll gefunden haben, dass die Salpetersäure nur den zwanzigsten Theil des ganzen ausmacht. Man glaubt überhaupt, dass diese nur dadurch hervorgebracht sey, dass seine reine Luft mit mephitischer verunreinigt gewesen ist. Seine Versuche mit Luftsäure sind doch gewiss wichtige. Er hat nemlich (wie er schon in seiner vorigen Abhandlung berichtete) diese Säure gänzlich aus luftgesäuerter Schwererde ausgetrieben, wenn er die Erde der Hitze aussetzte, und Wasserdämpfe darüber weggehen liess. Nach geschehener Berechnung fand er, dass das Wasser die Hälfte des Gewichts dieser sauren Luft ausmacht. — Neulich hat Hr Dr Blagden einige Beobachtungen über das Erkalten des Wassers unter dem Gefrierpunkte vorgelegt. Er hat gefunden, dass ein noch so erkaltetes Wasser durch alle Bewegungen nicht zum Frieren gebracht wird.

---

*) Man sehe: Chem. Annal. 1788. St. 6. S. 503.

Es gehöret darzu eine Art von zitternder Bewegung: Eispartikeln, die darzu gelassen werden, befördern das Frieren mehr als alle andere Körper. — — Hrn Westrumbs Erfahrungen von der neuen Art Blutlauge zu bereiten, sind gewiss sehr artig; auch sein Versuch von der Abscheidung des flüchtigen Laugensalzes aus Salmiak durch Bittersalzerde verdient viele Aufmerksamkeit.

5. Jahrg. 1791. II. S. 52—55.

Hrn Lowitz's Entdeckung von der Eigenschaft der Kohlen, ist allerdings sehr schön; aber seine Erklärung, dass die Kohlen eine dephlogistisirende Kraft besitzen, gefällt mir nicht, wie Sie es auch aus meiner beyfolgenden Abhandlung gefunden haben werden. — Ich glaube, alles wird besser ausgedrückt, wenn man sagt: die Kohlen ziehen schleimigte und zähe öhligte Körper, in ihre Zwischenräume. — — Ich muss gestehen, dass mich auch vor etwa einem Jahre, eine Erscheinung glauben machte, dass ich künstlichen Kohlenstaub bereitet hatte. Ich hatte eine frischgemachte Auflösung von Eisenfeilspänen in verdünnter Vitriolsäure mit luft gesäuertem Alkali niedergeschlagen, den frischen, ausgewaschenen, weisslichten Bodensatz in eine grosse Menge von luftgesäuerten Wasser gethan, umgeschüttelt, und nachdem das unaufgelöste sich zu Boden gesetzt hatte, that ich die wasserhelle Auflösung des Eisens (in Luftsäure und Wasser) in einem Kolben, und setzte diesen über ein Feuer. Die Flüssigkeit wurde anfangs milchicht, dann hell-ockerfarben, sonderte viele kleine Luftblasen ab; die Farbe wurde dunkler, eine dunkelbraune Haut bedeckte die Oberfläche, und wenn es zu dem Kochpunkte kam, wurde die ganze Masse schwarz, wie Dinte, und schäumte stark während des Kochens; nachdem es wieder kalt geworden war, setzte sich ein recht schwarzes Pulver zu Boden, und die Flüssigkeit war wasserklar und unschmackhaft. Durch mehr luftgesäuertes Wasser, kann man mehr von diesem schwarzen Pulver erhalten, wenn man den Eisenkalk mehrmahl damit auslaugt; aber mit der Zeit wird der Eisenkalk zu viel kalcinirt (dephlogist.) und dann zieht das luftgesäuerte Wasser nur eine geringe Menge von einem rothen Ocker aus, der sich auch, aber wie rothes Pulver, bey dem Sieden des Wassers absetzt. Das erhaltene schwarze Pulver war dem äusserlichen Ansehn nach, dem feingepulverten Kohlenstaube völlig gleich, nur wurde es vom Magnete stark angezogen. — (Dieses hat mich auf einige Versuche mit Eisenmohr geleitet, um die Natur dieses Körpers zu erkennen. Weil aber diese Versuche sehr langweilig sind, so bin ich noch nicht zum Ende damit gekommen. Soviel kann ich für gewiss sagen, dass ein reiner Eisenmohr vom Wasser nicht so leicht in Rost verwandelt wird, wie doch fast alle, die davon schreiben, behauptet haben; man kann ihn sicher in freyer Luft auf Fliesspapier auslaugen, und in der Luft trocknen lassen; er behält gewiss seine schwarze Farbe, wenn er nur vom reinen metallischen Eisen frey ist.) — Aber was mein erwähntes schwarzes Pulver betrifft, so hielt ich es für eine Mischung von Eisenmohr und Kohlen, oder für ein künstliches Reissbley. Ich glaubte nemlich, die Luftsäure würde zum Theil zersetzt. Das aufgelöste phlogistische Eisen vereinigte sich mit dessen dephlogistisirter Luft (Säurestoff), daher entstände die braune Farbe, der andere Theil der Luftsäure, (d. i. der Kohlenstoff) würde dann los, und so käme die schwarze Farbe zum Vorscheine; oder, wenn man lieber nach dem Stahlischen Systeme sprechen will, das Phlogiston des Eisens würde mit der reinen Luft der

Luftsäure verbunden, u. s. w. — — Ich kenne die Versuche des Hrn Austin von der Erzeugung künstlicher Kohlen noch nicht; was die meinigen betrifft, so gebe ich sie noch nicht dafür aus, weil ich noch nicht genugsame Versuche mit meinem schwarzen Pulver gemacht habe, um versichern zu können, dass ein Bestandtheil davon wirklich Kohlen sey.

6. Jahrg. 1791. II. S. 146—149.

Ich sehe, dass Hr. Stucke (Annal. 1790. St. 3. 4.) einige Anmerkungen wider meine Abhandlung von der Berechnung des Eisengehalts aus der Menge des gefällten Berlinerblaues, die sich in den chem. Annal. 1789. B. 2. übersetzt befindet, angeführet hat; diese kann ich nicht unbeantwortet lassen: und bitte Sie daher, meiner Rechtfertigung einen Platz in Ihren Annalen zu geben. — Hr. Stucke äussert sich zuerst, als wenn ich Hrn Westrumb beleidiget hätte. Wenn diess wäre, so sollte es mich sehr reuen, denn ich liebe den Hrn Westrumb sehr, und schätze seine Verdienste um die Chemie hoch, wie ein jeder Liebhaber dieser Wissenschaft, in Ansehung eines so verdienstvollen Scheidekünstlers nothwendig thun muss. Was aber die angeführten Ausdrücke betrifft, so überlasse ich das Urtheil einem jeden unpartheyischen Leser, der sich nur die Mühe geben will, die Worte, und die ganze Stelle des Hrn Westrumb's (Beytr. B. 1. St. 1. S. 45. 46.) die des Hrn Stuckes in den Annal. (1790. B. 1. S. 234) und die meinigen (Annal. 1789. B. 2. S. 328.) mit einander zu vergleichen. Ich hoffe, Er wird die Meynungen, bey allen, sehr nahe übereintreffend finden. Vielleicht hätte doch der deutsche Uebersetzer meiner Abhandlung, für das Schwedische Wort, Häpenhet,' ein gelinderes, als Erstaunen erwählen sollen!

Darnach stellt Hr. St. eine Reihe von Versuchen auf, die zuweilen (nicht allemahl) von den meinigen verschiedentlich ausgefallen sind. Ich hatte meine Blutlauge nach Bergmans Vorschrift zubereitet, aus vegetabilischem Laugensalze und hinlänglichem Berlinerblau; ich hatte vorsätzlich sie nicht zu reinigen gesucht; und ich erhielt aus derselben Menge aufgelösten Eisens, immer beynahe einerley Gewicht vom Berlinerblau. — Hr. St. hat verschiedene Laugen gebraucht, und hat bald mehr, bald weniger Berlinerblau erhalten. — Hr. St. hat auch nicht dieselbe Menge vom Berlinerblau erhalten, wenn das Eisen in verschiedenen Säuren aufgelöst war; und überhaupt ist das Gewicht des, durch eine ungereinigte (wie Er sie nennt) Blutlauge erhaltenen Blaues grösser gewesen, als bey meinen Versuchen. Dieses mögte wohl am besten erkläret werden, durch die von Ihm selbst angegebene Erfahrung, dass Sein Berlinerblau bey den mehresten mit Salzen vermischt gewesen sey. Die Salze vermehren das Gewicht nicht nur durch ihre eigene Schwere, sondern sie können auch mehr Feuchtigkeit aus der Luft anziehen, als das reine Berlinerblau *). Ueberdiess scheint Hr. St. seine Berli-

*) Hr. St fordert mich auf zu sagen, wie man einen Niederschlag von allen alztheilen befreyen soll. Ich antworte, man kann es durch blosses Waschen mit reinem Wasser, ziemlich genau dahin bringen, wenn nur der Niederschlag selbst im Wasser unauflöslich ist. Gesetzt, die Flüssigkeit hätte 1,000 Gran von Salzen aufgelöst, und man könne von der hellen Flüssigkeit auf einmahl nur $^3/_4$ des Ganzen klar abgiessen, (nachdem der Niederschlag sich gesetzt hat), so bleiben nach dem ersten Abgiessen noch 250 Gr. Salze bey dem Niederschlage, nach dem 2:ten 63, und nach dem 5:ten kaum 1 Gr. Will man das Abwaschen noch

nerblaue nicht genugsam getrocknet zu haben, um das Gewicht von 540 Theilen gegen 10 Th. Eisen, das ich angegeben hatte, zu erhalten. Mein Vorschlag war, man sollte den Niederschlag in einer Wärme von 70 bis 80 Graden, (nach dem Schwed. Therm.) hinlänglich trocknen lassen; und Hr. St. spricht nur von 70 bis 80 Gr. nach dem Fahrenh. Therm. — Die grösste Schwierigkeit bey meinen Versuchen war, dass, während des Absetzens, ein Theil des Berlinerblaues sich an den Seiten des Glases befestigte, so dass ich es nicht wohl abscheiden konnte. Ich schlug darum vor, man sollte lieber die Menge der erforderlichen Blutlauge bestimmen. Die Berechnung habe ich angegeben, und halte diese Methode immer für die genaueste. Hr. St. sagt zwar, diese Bestimmung sey unsicher. Er führt aber keine Erfahrung dagegen an.

Es befremdet mich sehr, dass Hr. St. (S. 329.) sagt: man sollte aus meinem Tone (wahrlich ein hartes Wort!) vermuthen, dass das ausgeglühete oder völlig verkalkte Berlinerblau, von der Hälfte des ganzen Berlinerblaues sehr verschieden sey. So habe ich mich niemahls geäussert. Und wenn es Hrn St. nicht genug thut, dass man aus meinen Versuchen das Gegentheil folgern kann, so wird Er, in dem von mir selbst gemachten Auszügen meiner Abhandlung (Annal. 1788. B. 1. S. 505, 506), meine ausdrückliche Worte finden, dass das Berlinerblau beinahe oder etwas weniger als die Hälfte vom Eisenkalke enthalte, und dass der Gehalt am metallischen Eisen folglich verhältnissmässig weniger sey. Ist dieses auch nunmehr die Meynung des Hrn Westrumb's, so sind wir schon in der Hauptsache einig.

7. Jahrg. 1791. II. S. 256—257.

Wenn Hr. Stucke noch darauf bestehen will, dass sich Bergman geirret hat, so frage ich, in velchem Stücke? wohl nicht darin, dass er sagte, 5,9 bis 6 Theile Berlinerblau, das durch nicht gereinigte Blutlauge niedergeschlagen ist, zeigen einen Theil metallischen Eisens an. Denn dieses ist schon hinlänglich bestätigt, und die Abweichuugen hängen nur von den verschiedenen Graden der Trockenheit ab, die dem Berlinerblau gegeben wird, ehe man es wiegt. Worin denn? Hr. St. antwortet vielleicht, weil Bergman nicht wusste, dass seine Blutlauge einen grossen Hinterhalt an Berlinerblau hatte. Ich frage ferner: zu welchem Trugschluss ist denn B. durch dieses Nichtwissen verleitet worden? Hr. St. antwortet: „das B. hierauf ein System bauete, aus welchem die Resultate vieler chemischen Analysen gefolgert wurden.“ Habe ich die Meynung des Hrn St. recht getroffen, so muss ich geradezu die Richtigkeit dieser Beschuldigung leugnen. Denn B's Schlussfolge hatte keine Gemeinschaft mit dem Hinterhalte: der mögte gros oder klein seyn, wenn die Blutlauge nur, wie er es vorschrieb, bereitet war, so waren auch die Resultate ziemlich einförmig, wie er sie einmahl gefunden und viemahl bestätigt hatte. — Dieses ist, was ich in meiner Abhandlung vertheidi-

---

weiter, mit neuem Wasser, fortsetzen so wird zuletzt der Salzgehalt ganz unmerklich; und auch von diesem Ueberbleibsel geht wohl das mehreste mit dem Wasser durch das Filtrum. Die Arbeit fordert viel Geduld und Zeit, wenn der Niederschlag sich nicht gern absetzen will; er setzet sich aber doch gewiss mit der Zeit von der Lauge rein ab, wenn er nur nicht chemisch aufgelöst war; und diess wird zuverlässig der Fall seyn, sowohl mit Berlinerblau, als mit dem reinen Eisenkalke, wenn sie sonst gehörig gefällt worden sind.

gen wollte; ich finde noch keine Gründe meine gefasste Meynung zu ändern; und ich hoffe, Hr. St. selbst wird, nach genauer Ueberlegung, mir seinen Beyfall geben; oder wenn es nicht geschieht, so erwarte ich neue Erfahrungen und neue Gründe dagegen. Kritiken und Anmerkungen in physikalischen Sachen sind immer gut: sie befördern die Wissenschaft ungemein; es wäre nur zu wünschen, dass man niemahls dabey sich Bemerkungen über den moralischen Charakter entschlüpfen liesse. Die Wahrheit allein muss den Ton geben; die Aufsuchung derselben muss die einzige Triebfeder an allen Seiten seyn. Dann werden die Streitenden sich immer wie Freunde ansehen. Ich wünsche sehr, und ich bin davon überzeugt, dass Hr. St. diese meine Antwort nicht übel aufnehmen wird: sie ist gewiss aus der besten Meynung, und mit dem besten Willen aufgesetzt. Es freuet mich sehr, in dem Hrn St. einen Chemiker zu sehen, der schon viele Hoffnung um die Erweiterung der Wissenschaft gegeben hat; ich wünsche Ihm aus reiner Seele Glück, zu einer ehrenreichen Fortsetzung seiner schon rühmlich angefangenen Laufbahn.

8. Jahrg. 1793. II. S. 155—156.

Ohnlängst erschienen hier von mir drey Dissertationen. Die erste war, de theoria calcinationis, und die zwey folgenden, de natura metallorum; bey nächster Gelegenheit werde ich dieselbe Ihnen zuschicken. Jetzt sage ich nur davon ein paar Worte. Ich theile die Kalcination in vier Gattungen ein. Die erste ist nur die mechanische, wenn z. B. harte Steine durch Erhitzung und Ablöschen mürbe werden. Die zweyte, die eigentliche Kalcination, wenn aus der Verbindung eines Körpers die flüchtigen Theile ausgetrieben werden. Die dritte, wenn ein Körper aus festerem in mürberen Zustand dadurch gebracht wird, dass fremde Bestandtheile in seine Mischung eingehen, wie z. B. wenn Metalle verkalkt werden. Und die vierte, die aus den vorigen zusammengesetzt ist, oder wenn einige Theile von dem Körper weggehen, und andere dagegen darzu kommen; wie z. B. bey der Röstung der Erze der Schwefel abgeschieden vird, dagegen das Metall sich verkalkt, oder mit dem Wesen der Luft sich verbindet. — In den Abhandlungen von den Metallen zeige ich nur deren hauptsächlichsten Eigenschaften, vielleicht doch sehr unvollständig. Beyläufig muthmasse ich von den metallischen Säuren, dass es wahrscheinlich sey, dass sie nur aus der Verbindung der metallischen Kalke mit der Salzsäure entstehn. Doch muss man nicht geradezu leugnen, dass die Metallkalke ohnedem bisweilen saure Eigenschaften haben könnten; denn es ist gewiss, dass nicht nur die Basis der Lebensluft, sondern auch sehr oft der azotischen Luft, in die Metallkalke eingeht. Wenn also die Metallkalke die Bestandtheile der Salpetersäure enthalten, so wäre es nicht zu wundern, dass auch die saure Natur sich darin entdecken liesse. Aber bis jetzt sind wir mit der Wirkung der azotischen Luft auf die Metalle oder ihre Kalke gar zu wenig bekannt. Vielleicht macht ein Ueberfluss davon die Irreducibilität einiger Kalke, weil brennbare Körper diesen Stoff nicht anziehen. Vom Phlogiston sage ich nicht viel. Zwar leugne ich nicht dessen Existenz, doch glaube ich, dass in dem jetzigen Zustande der Wissenschaft alle Phänomenen eben so gut ohnedem erklärt werden können.

9. Jahrg. 1794. II. S. 517—523.

Bey einigen mit Macquerschen Blutlaugen gemachten Versuchen habe ich, so wie auch Hr. Stucke, gefunden, dass die Beschaffenheit der Laugen viel von der Beschaffenheit des Berlinerblaus, woraus sie bereitet werden, abhängt. Daher ist es immer nothwendig, wenn man den Eisenhalt aus der Menge des gefällten Blaues, oder der zum Fällen angewandten Lauge berechnen will, dass man zur Bereitung der Lauge nur das feinste Berlinerblau anwende. Dieses ist auch am Farbestoffe viel reicher im Verhältnisse des Preises, so dass man in Ansehung der Kosten seine Rechnung dabey findet. Bey meinen zu London gemachten Versuchen hatte ich mich nur solchen Berlinerblaus bedient. Es enthält sehr wenig, vielleicht gar nichts von Alaunerde, obgleich bey seiner Bereitung ungemein viel Alaun zugesezt wird. Von den Fabrikanten in London bin ich unterrichtet, dass die gewöhnliche Zubereitung des Berlinerblaus daselbst folgende sey: Zu der Auflösung von 14 Pfund Eisenvitriol und 112 Pfund Alaun wird zuerst nur so viel Blutlauge, (die entweder aus getrocknetem Blute, oder aus Huffen mit kaustischem Gewächslaugensalze gemacht worden), zugethan, das ungefähr $1\,^1/_2$ Pf. Blau gefällt wird. Dies ist das feinste Blau. Nachdem dieses abgeschieden ist, wird die helle Auflösung gekocht, wobey sich ein weisses Pulver, das grösstentheils aus Alaunerde besteht, absetzt. Die helle Flüssigkeit wird nochmals mit Blutlauge gefällt, da wiederum ein beynahe eben so dunkelblaues Pulver, wie das erstgefällte, entsteht; dieses hat aber doch keine so gute Farbe. Die Flüssigkeit wird noch zu wiederholtenmalen wechselsweise gekocht, und mit Blutlauge gefällt, bis dass alles Eisen ausgeschieden ist. Die Farben werden dann jedesmal blasser und schlechter. Einige, wie Hr Turner, schlagen alles Berlinerblau mit hinlänglicher Blutlauge auf einmal nieder, ohne zu kochen. Sie erhalten dadurch eine Mittelfarbe, und glauben ihre Rechnung dabey zu finden, weil das Kochen der Schönheit der Farbe nachtheilig zu seyn scheint. Hat man nun eine Macquerische Lauge aus dem reinen und feinsten Berlinerblau (oder Pariserblau) bereitet, und ist das Laugensalz völlig damit gesättigt worden, so wird man wohl immer einerley Gewicht gefällten Blaus, aus einer gegebenen Menge aufgelösten Eisens erhalten; es sey mehr oder weniger verkalkt, in dieser oder jener Säure aufgelöst, mit mehr oder weniger Ueberschuss von Säure beladen. Man höre nur auf, mehr Blutlauge zu der Eisenauflösung zuzusetzen, sobald in den kalten Flüssigkeiten keine sichtbare Fällung sogleich zum Vorschein kommt. Wie sehr man aber betrogen werden kann, wenn man einem jeden käuflichen Berlinerblau zutrauet, das habe ich neuerlich erfahren. Ich wollte Macquerische Blutlaugen aus einem sehr blassen Berlinerblau bereiten, das ich zum Theil mit kaustischen, zum Theil mit luftgesäuerten fixen Laugensalzen kochte. Die filtrirten Laugen setzten, nach dem Erkalten, ein weisses, röthliches, und bisweilen ein schön carmoisinrothes Pulver ab. Die Farbe des Absatzes war immer röther, wenn die Menge des Blaus im Verhältniss gegen das Laugensalz grösser genommen war. Das rothe Pulver, auf dem Filtrum getrocknet, wurde violett, und nach der Glühehitze schwärzlich, löste sich in Borax auf. Die Salpetersäure löste von diesem Pulver $^2/_3$ auf. Das Unaufgelöste war grünlich, nahm aber in der freyen Luft seine rothe Farbe wieder an. Der in Salpetersäure aufgelöste Theil verhielt sich in allem wie Alaunerde. Das Nichtaufgelöste hielt ich damals für eine Abänderung des Berlinerblaus; aber nachher entdeckte ich seine Natur, da ich auch einen dergleichen weissen Absatz der Blutlauge untersuchte. Die-

ser schäumte stark mit Salpetersäure, und roch nach Blutlaugenstoff. Der unaufgelöste Theil war auch hier roth, oder zuerst grün, und nachher rothbraun. Dem Feuer des Löhtrohrs ausgesetzt wurde es dunkler, schmolz nicht, liess sich vom Borax auflösen, und färbte das Glas roth. Dasselbe weisse Pulver mit einem Tropfen von Vitriolsäure angefeuchtet, nahm sogleich eine rothbraune Farbe an, und darnach dem Feuer des Löhtrohrs ausgesetzt, schmolz es sogleich zu einer schwarzen Schlacke, worin bey strenger Hitze ein geschmeidiges Kupferkorn auf der Kohle zum Vorschein kam. Auch wurde die Flamme grün gefärbt. Ich erstaunte über diese Erscheinung, und konnte zuerst gar nicht begreifen, wo das Kupfer herkommen konnte. Allein ich fand sogleich, dass der Kupfergehalt in dem schlechten Berlinerblau hatte stecken müssen; dieser war in Schweden gemacht, und wahrscheinlicherweise hatte man dazu einen Vitriol aus Fahlun, der immer etwas Kupfer hält, genommen. Aus allen mit diesem Absatze gemachten Proben schliesse ich, dass er aus Alaunerde, Kupfer und Eisen, die mit Blutlaugenstoff gesättigt sind, besteht. Auch die helle Lange war von diesen Dingen nicht frey, denn durch eine zugemischte reine Säure entstand sogleich ein schmutzig rothbrauner Niederschlag, in dem das Kupfer leicht zu entdecken war. Sonst waren diese Laugen im Verhältniss des angewandten Laugensalzes sehr schwach, das ist, es wurde viel mehr davon erfodert, um eine gegebene Menge aufgelösten Eisens zu präcipitiren, als nach meiner 1788 angegebenen Formel; und es fiel schwer, den rechten Punkt zu treffen, wenn alles Eisen niedergeschlagen war, weil die freye Säure in der Eisenauflösung ebenfalls gleich einen sichtbaren Niederschlag, obwohl von einer Schmutzfarbe, verursachte. Der erhaltene blaue Niederschlag war nach dem Trocknen geringer, als der, den man durch eine gute Macquerische Blutlauge erhält. Denn von 100 Theilen metallischen Eisens erhielt ich jetzt nur 450 Theile Berlinerblau (anstatt 540). Dieses beweist, dass eine kupferhaltende Blutlauge weniger Eisen aufgelöst enthält, als eine, die kein Kupfer in sich hat. Dieses stimmt auch mit der Entdeckung des Hrn. Woulfe (Annal. 1788. Bd. 2. S. 488.) überein, dass man nämlich durch zugemischten Kupfervitriol die Blutlauge vom aufgelösten Berlinerblau befreyen kann. — Ob auch ein Unterschied in der Menge des Niederschlags stattfindet, wenn man verschiedene Laugensalze zu Blutlauge anwendet, habe ich noch nicht völlig untersucht. Ich habe nur Gewächslaugensalze gebraucht, und ziemlich übereinstimmende Ausschläge erhalten. Freylich geht die Vereinigung des luftgesäuerten Laugensalzes mit Blutlaugenstoff ungemein langsamer, als die des ätzenden Laugensalzes. Ich bin sogar geneigt, zu glauben, dass jenes sich nicht einmal völlig sättigen lässt, wenn man es mit Berlinerblau digerirt. Alles luftgesäuertes Mineralalkali sättigt sich ziemlich geschwind. — Hr. Stucke glaubt, dass ein, in höherer Wärmetemperatur getrocknetes, Berlinerblau in einer niedrigen Temperatur am Gewicht nicht zunimmt, wenn nicht salzigte Substauzen damit vermischt sind. Dieses ist völlig wahr, wenn bey den beyden Temperaturen nach dem Hygrometer der äusserste Grad der Trockenheit stattfindet. Sonst mag wohl diese Angabe eine Ausnahme erleiden. Die Luft von gewöhnlicher Wärmetemperatur ist fast allezeit mehr oder weniger feucht, und theilt ihre Feuchtigkeit allen schwammigen Körpern mit, worunter gewiss pulverichte Niederschläge zu zählen sind. Und wenn diese in heisserer Temperatur sehr trocken und dicht geworden sind, so nehmen sie wohl etwas langsamer die Feuchtigkeit aus der Luft wieder an sich. Mit der Zeit thun sie es doch gewiss, und ich glaube, dass metallische Niederschläge diese Eigenschaft in höherm Grade besitzen, als erdigte Pulver. Um aber zu zeigen, dass diese

Eigenschaft bey Körpern sehr allgemein sey, will ich nur das Beyspiel von gewöhnlichem Druckpapier anführen. Man nehme ein Stück Druckpappier, (solches, woraus man Filtrum macht), das in einem Zimmer von Mitteltemperatur gelegen hat. Man wiege es genau, und lasse es dann bey dem Ofen warm werden; man wiege es nochmals gleich nach dem Erkalten, so wird man finden, dass es jetzt etwas von seinem vorigen Gewicht verloren hat. Man lasse es demnach in Mitteltemperatur bleiben, so findet man, dass es nach und nach sein erstes Gewicht wieder erhält, wenn nur nicht die Luft des Zimmers dazwischen trockner geworden ist.

Zum Beschluss werden Sie mir erlauben, noch ein paar Worte von meinem Vorschlage anzuführen, den Salzgehalt des Niederschlags durch Abgiessen der Lauge und des Absüsswassers zu vermindern. Herr Stucke merkt ganz richtig an, dass man leicht einen Theil des äusserst feinen Niederschlags jedesmal mit der hellen Lauge weggiessen kann, und dass die Menge der dadurch abgewaschenen Partikeln am Ende beträchtlich seyn kann, ob man sie auch bey jedesmaligem Abgiessen nicht einmal bemerken sollte. Dieserwegen habe ich auch immer bey solchen Arbeiten eine andere Vorsichtigkeit gehabt. Ich sammle nämlich alle die abgegossenen hellen Flüssigkeiten in einem grossen Behälter, wo sich alles eingemischte Pulver nach und nach zu Boden setzt. Zulezt giesse ich aus diesem Geschirre die helle Flüssigkeit behutsam ab, und thue das letzte zurückbleibende trübe Wasser auf das Filtrum, lauge es mit etwas Wasser aus, ehe ich das schon genugsam ausgelaugte Präcipitat dazu thue. Weitläuftiger darf ich nicht von einer solchen Kleinigkeit handeln. Bey allen Operationen kommen besondere Handgriffe vor, die durch eine Uebung leicht zu finden sind. So zum Beyspiel, wenn man fürchtet, dass ein auf dem Filtrum gesammleter Niederschlag nicht genugsam ausgelaugt sey, so handelt man nicht vorsichtig, venn man ihn in der freyen Luft trocknen liesse; man muss ihn vielmehr zwischen Löschpappier liegen lassen, wodurch die letzte Feuchtigkeit, und zugleich die darin aufgelösten Salze, ausgeschieden werden.

10. Jahrg. 1796. II. S. 626—631.

Neuerlich habe ich einige Versuche gemacht, um die Wirkungen verschiedner Flüsse bey der Reduktion des Eisens auf dem Schmelzwege zu bestimmen. Da es bekannt ist, dass alle Körper, die im Feuer zum Glase schmelzen, den Eisenkalk auflösen können, wodurch die Gläser gefärbt werden, so muss eine Attraktion zwischen solchen Körpern und dem Eisenkalke stattfinden. Diese Anziehungskraft wirkt gegen die Wiederherstellung des metallischen Eisens, weil sie das Band zwischen dem Metall selbst (oder dem metallischen Grundstoff, wenn man auch ein Phlogiston im Metalle betrachtet) und dem kalcinirenden Stoffe (Oxigene) fester macht. Wenn also die Anziehung zwischen einem Flusse und dem Eisenkalke stark genug war, so konnte durch einen solchen zugesetzten Fluss die Wiederherstellung des Eisens, vermittelst zugesetzter Kohlen, gänzlich verhindert werden. Die Erfahrungen des Hrn. Achard (Mem. de Berl. 1779), dass mehrere von den einfachen Erdarten und andre Körper, die allein in dem stärksten Feuer gar nicht zum Schmelzen gebracht werden können, leicht fliessen, wenn sie mit Eisenkalk vermischt sind, beweisen schon, dass jene Anziehung beträchtlich sey.

Um daher zu erfahren, wie so wohl leicht fliessende als schwerflüssige Flüsse die Reduktion des Eisenkalks verhindern oder begünstigen, habe ich eine Reihe von Versuchen gemacht, deren 75 in einer akademischen Dissertation, die eben unter meinem Vorsitz hier zu Åbo *) gedruckt und vertheidigt ist, erzählt werden. Um aber Weitläufigkeit zu vermeiden, will ich nun die Ehre haben, Ihnen nur die Resultate von den Versuchen kürzlich zu melden. Zu den Versuchen wurden 4 verschiedne Eisenkalke genommen; nemlich 1) *Glühspähne* oder schwarzer Eisenkalk, der beym Walzen der Eisenstangen oder Bandeisens abgefallen ist; sie lieferten etwa 72 Procent Eisen. 2) *Rother Eisenkalk*, der aus salpetersaurer Eisenauflösung, durch Abdampfen bis zur Trockenheit erhalten war. Er hielt 58 Proc. geschmeidiges Eisen. 3) *Rothbrauner Eisenkalk*, der aus vitriolsaurer Eisenauflösung, durch Pottaschenalkali niederschlagen war, und darnach ausgelaugt und getrocknet. Er hielt 50 Procent geschmeidiges Eisen. 4) Gewöhnlicher *Eisenocker*, der zum Rothfärben der Häuser angewandt wird; er hielt ausser Alaunerde, etwas Kiesel und wenig von Kalkerde, nebst einer geringen Spur von Vitriolsäure, und etwa 32 Proc. Eisen. Zu jedem Versuch wurde $^1/_2$ Loth Eisenkalk genommen, und mit $^1/_8$, $^1/_4$ oder $^3/_8$ Loth vom Fluss vermischt. Die Mischung wurde im Kohlenstaubheerde in einen Hessischen Tiegel gelegt, mit Kohlenstaub verdeckt, und darnach in der Esse dem Feuer vor dem Blasenbalg ausgesetzt, und wenigstens 15, höchstens 30 Minuten angeblasen. Um die Feuersgrade zu kennen, wurden bisweilen Kugeln von *Wedgwoods Pyrometer* in demselben Tiegel auf ein Stück Papier über den Kohlenstaub gelegt, wodurch ich erfuhr, dass die Hitze zwischen 145 und 166 Graden nach Wedgwood, d. i. zwischen 11053 und 12570 Schwedischen Thermometergraden gewesen sey, und folglich immer viel grösser, als das Gusseisen zum Schmelzen braucht, welche nach Wedgwood 130 Pyrometergrade oder 9970 Schwedische Thermometergrade sind.

Aus den erwähnten 75 Versuchen habe ich folgende allgemeine Schlussfolge gezogen:

1) Dass alle mit den Eisenkalken vermischte Salze oder Erdarten, sie mögen leichtflüssige oder schwerflüssige seyn, Borax allein ausgenommen, der Reduktion des Eisens in so weit hinderlich seyen, dass eine grössere Hitze erforderlich sey, um wenigstens das Metallkorn rein zu erhalten, als wenn der Eisenkalk ohne Zusatz vom Fluss reducirt wird.

2) Dass die im Kohlenstaubheerde ohne Zusatz vom Fluss angestellte Eisenprobe (wenn nicht die Erze selbst nebst Eisenkalk hinlänglichen Flussstoff enthalten) mehrentheils unsichere Ausschläge geben, und einige Proc. weniger Regulus, als wenn ein dienlicher Fluss zugesetzt worden. Die Ursache scheint darin zu liegen, dass die äussersten Eisenpartikeln, wenn sie nicht durch die Flüsse zusammengehalten werden, sich mit Kohlenstoff übersättigen und Reissbley bilden, welches leicht in dem umliegenden Kohlenstaub zerstreut wird, ehe das Gusseisen zu einem Könige zusammenfliesst.

3) Dass Leinöhl, zu einem armen Eisenerze gemischt, mehrere zerstreute Eisenkönige verursacht, wodurch auch die Probe unsicher wird.

---

*) Chemisk afhandling om flussers värkan vid järnmalmers proberande genom smältning, utgifven af C. O. Bremer. 1794. 32 pag.

4) Dass die 3 einfachen Erdarten Kalk, Talk und Kiesel, durch ihr Vermögen, mit dem Eisenkalke verglaset zu werden, die Reduktion des Eisens nicht hindern, weil sie immer, wenn nicht mehrere zugleich eingemischt sind, ungeschmelzt bleiben.

5) Dass dieselben Erdarten doch, wie auch unschmelzbare vermischte Erden, bey den Eisenproben doch schädliche sind, weil das Eisen nicht zu einem Könige zusammengehen kann.

6) Dass Talkerde dem glücklichen Fortgange der Eisenproben am meisten hinderlich sey, ihrer Unschmelzbarkeit wegen, und weil sie auch das Schmelzen anderer Flüsse verhindert.

7) Dass Schwererde und Alaunerde weniger schädliche seyen, weil in sehr strenger Hitze Eisenkönige erhalten werden können, wenn diese Erdarten allein, ohne Zusatz von andern Flüssen, dem Eisenkalke eingemischt waren.

8) Dass schwerflüssige Einmischungen, die ein sehr zähes Glas geben, wie Flussspath oder Schwererde allein, oder Kalk mit Alaunerde, schädlich seyen, weil sie die Eisenpartikeln einschliessen, so dass der Kohlenstaub nicht genugsam auf sie wirken kann. Es entsteht daher nur geschmeidiges Eisen, das nicht zum Könige schmelzen kann. Diese Ungelegenheit wird aber vermindert, wenn die Menge des Flusses geringe ist, oder der Feuersgrad hinlänglich stark, oder wenn die leichtere Schmelzung des Glases durch andre Erdarten befördert wird.

9) Dass diejenigen Flüsse, die weniger zähes Glas geben, oder doch bey der Schmelzhitze des Eisens nicht dünne genug fliessen, mehrentheils machen, dass das Eisen in mehreren kleinen Körnern in der Schlacke zerstreut bleibe, wobey auch öfter etwas vom Eisenkalke von der Schlacke aufgelöst wird.

10) Dass sehr leichte und dünne fliessende Flüsse, wie feuerfeste Laugensalze, Kochsalz u. m. bey Eisenproben schädliche seyen, weil die Eisenpartikeln, vor ihrer Reduktion mit einer Glashaut überzogen werden, wodurch das Einwirken der Kohlen verhindert wird. Diese Ungelegenheit verschwindet, wenn weniger vom Flusse genommen ist, oder wenn durch eine längere Schmelzhitze die Salze verdampft werden, oder auch, wenn das Eisen in dem Erze nicht viel kalcinirt worden war, wie in den Glühspähnen.

11) Der Ungelegenheit von sehr leichtfliessenden Flüssen wird auch durch eingemischtes Leinöhl abgeholfen.

12) Dass Kochsalzsäure, mit Alkalien verbunden, andre Flüsse geneigter macht, den Eisenkalk aufzulösen, wodurch die Proben unsicher werden.

13) Dass vitriolsaure Kalkerde allein, bey den Eisenproben schädlich sey, ob wohl in geringerem Grade als vitriolsaures Alkali. Jener ist auch sehr geneigt den Tiegel anzugreifen.

14) Dass die schädliche Wirkung des Gypses durch andre zugemischte Erdarten vermindert wird, wenn daraus Glas werden kann. Am wenigsten schadet die Vitriolsäure, wenn das Eisen in dem Erze nicht stark verkalkt worden ist.

15) Dass Knochenerde mit solchen Zusätzen, die Glas damit hervorbringen können, zwar nicht die Reduktion des Eisens verhindern, dass aber die Probe unsicher wird, weil kaltbrüchiges Eisen entsteht, und das Gewicht des Königs vom Phosphor vermehrt wird.

16) Dass Metallkalke, die leicht zu reduciren sind, aber nach der Reduktion schwerlich mit dem Eisen vereinigt werden, wie Bley- oder Zinkkalk, bey den Eisenproben schädlich seyen; folglich muss man sehr behutsam seyn, wenn man durch zugesetzten Bleykalk eine schwerflüssige Bergart zum Fliessen bringen will.

17) Das Metallkalke, die sich schwerlich reduciren lassen, aber nach der Reduktion mit dem Eisen sich leicht verbinden, wie Antimonium diaphoret. und Braunstein, bey der Reduktionsprobe mit Eisenkalk, ohne Schwierigkeit reducirt werden, und eisenhaltige Könige bilden, wenn nicht solche Erdarten zugleich eingemischt sind, die mit den Metallkalken leicht zu Schlacken werden.

Annales de Chimie.

11. Tome IV. p. 16—18.

Lettre de M. Gadolin à M. Berthollet.

.... „L'infatigable M. Hielm a exposé la terre de molybdène, tant seule que mêlée avec des substances inflammables, au dernier degré de feu qu'il a pu produire dans le foyer da sa forge, pour en obtenir le régule. Il n'a pas jusqu'ici été en état de réduire ce métal à fusion parfaite; mais il a obtenu une masse métallique blanchâtre qui quelquefois étoit attirable à l'aimant, et quelquefois non. Il paroît par ses expériences, que ce métal se surcharge plus facilement des substances inflammables qu'il ne se laisse réduire en métal parfait, et qu'un accès modéré de l'air commun soit favorable à sa réduction, en le faisant se couvrir d'une surface vitreuse: mais l'addition d'une substance vitrifiable hétérogène, comme du borax, lui paroît plutôt nuisible.

Parmi les substances inflammables, la plombagine ou carbure de fer lui a paru la plus favorable à la réduction de ce métal; il a toujours été trop fragile. La terre de molybdène s'unit facilement avec le platine, et se fond avec lui en un petit globule métallique dont la gravité spécifique étoit 20 (celle de l'eau étant 1). Mais le molybdène à l'état métallique ne s'unit que difficilement avec le platine, et M. Hielm pense que cette union ne peut se faire avant que le molybdène soit en partie réduit à l'état calciforme.

Pour augmenter la degré dans son foyer, M. Hielm y a mis de petits creusets pleins de manganèse; mais comme cette substance ne donne de l'air pur que quand elle est devenue rouge, il a été obligé de mettre de nouveaux creusets de tems en tems dans le foyer pendant l'opération. Par ce moyen il a obtenu un feu bien vif, et la réduction du molybdène a été accélérée, mais n'a pas été encore suivie de la fusion. Cet usage de la manganèse a conduit M. Hielm à faire quelques expériences sur la faculté que la manganèse a de donner de l'air pur; il promet d'en communiquer les résultats à l'académie. Il a trouvé qu'une manganèse ayant été exposée à ce degré de feu qui la fait se décharger de l'air, n'acquiert pas de nouveau la faculté de donner de l'air pur, même après qu'elle a été exposée à l'air atmosphérique (je pense qu'avec le tems elle ne manquera pas de revenir à son état primitif). Il m'a aussi écrit que la manganèse, mêlée avec le *minium* ne donne point d'air pur,

quand ces deux substances ont été exposées au feu dans des vaisseaux clos, mais bien dans des vaisseaux ouverts. Pour ces expériences, il s'est servi de vaisseaux de verre.

J'ai fait quelques expériences pour décider la question si la terre de manganèse pure peut se convertir en *chaux*, comme il paroît par les expériences de Scheele; elles m'ont fait conclure que la chaux trouvée par Scheele ne devoit son origine qu'au sucre dont il s'est servi pour la dissolution de la manganèse noire; car si on se sert de l'acide marin seul, on n'a point de chaux produite. J'ai trouvé aussi que la quantité de chaux obtenue, quand la manganèse noire est dissoute par le moyen du sucre dans les acides, est correspondante à la quantité de chaux contenue dans le sucre même. En faisant ces expériences, j'ai trouvé que la manganèse qui m'a servi contenoit une quantité notable de *sydérite* ou phosphate de fer, dont une partie reste sans être dissoute quand on met de l'acide *vitriolique* ou sulphurique, mêlée avec de l'eau, ou de l'acide nitreux, sur la manganèse blanche (c'est-à-dire, précipitée par un alkali), et qu'on n'y met plus d'acide jusq'uà ce que l'effervescence cesse.

12. Tome XI. p. 26—29.

Extrait d'une lettre à M. Guyton, (ci-devant de Morveau) par M. Jean Gadolin, le 15 Juillet 1791.

J'ai envoyé, il y a quelque tems, à la société d'Upsal, un mémoire sur la chaleur spécifique des corps; mais je regrette beaucoup de n'avoir pas lu auparavant les excellentes dissertations de M. Seguin sur ce sujet, tant à cause de l'ordre dans lequel il présente les faits, que par les relations historiques qu'il a renfermées dans ces dissertations, et qui m'auroient appris des choses que je ne savois pas en composant mon mémoire. Mes résultats, qui se trouvent conformes à ses conclusions, dérivent d'expériences assez nombreuses pour effacer les erreurs occasionnées par les petites inexactitudes presqu'inévitables. J'ai déterminé d'abord la *capacité* de la neige, en la mêlant à différentes températures avec de l'eau chaude, et observant la température du mélange. Par une moyenne entre les résultats de 180 expériences, j'ai trouvé que la capacité de la glace depuis le terme de la congélation jusqu'au 20e. degré (suédois) au-dessous de ce terme, étoit à très-peu près égale à la moitié de la capacité de l'eau. Ainsi, suivant la théorie du docteur Crawford, le zéro réel déduit de cette expérience ne seroit qu'à 170 degrés au-dessous du terme de la glace fondante (au lieu d'être à 800, nombre résultant de la supposition que la capacité de la neige est à celle de l'eau comme 9:10). J'ai ensuite pris de la cire blanche que j'ai échauffée, au-delà du point de la liquéfaction, à différens degrés, et que j'ai fait congeler en la mettant dans l'eau froide; et, par une suite de 100 expériences, après avoir déterminé le rapport entre la capacité de la cire liquide et celle de la cire solide, j'ai calculé le zéro réel en me servant de ce rapport; je l'ai trouvé alors à 480 degrés au-dessous du zéro thermométrique. Ces expériences ont été faites en 1785 et 1786. J'en ai répété quelques-unes à Londres avec le docteur Crawford, et nous avons fait alors plusieurs autres expériences qui toutes m'ont convaincu que le calorique spécifique des corps n'est pas proportionnel à leur capacité. Je doute cependant

qu'il y ait du calorique absolument combiné dans les corps. Il seroit très-possible que tout le calorique ne fût qu'interposé (selon la dénomination de M. Seguin). En effet, si on suppose que les capacités soient toujours plus ou moins variables dans les différentes températures, et si en outre on ne connoît pas les loix de ces variations, le zéro réel restera de même inconnu, ou faussement déterminé par les calculs jusqu'ici adoptés.

Ce qui me fait différer de votre sentiment relativement à l'influence du calorique sur les attractions chimiques, c'est que je ne pense pas qu'on puisse regarder l'addition du calorique comme la seule cause de l'inflammation des corps combustibles.

Depuis trois ans, il a paru en Suède trois ouvrages qui font honneur à leurs auteurs savoir: 1°. *Rinmans Bergwerks lexicon*, ou *Dictionnaire de tout ce qui est relatif au travail des mines et des métaux*, par M. Rinman. Le nom de l'auteur est suffisant pour indiquer qu'on y trouvera une foule d'observations nouvelles très utiles pour le praticien; le théoricien sera également satisfait de cette lecture, parce que la collection des ouvrages publiés dans ces différens endroits, est faite avec le plus grand soin; seulement il n'y cherchera pas les développemens des plus subtiles théories. L'ouvrage parut à la fin de 1788. Tome I, de 1096, tome II, de 1248 pages *in* 4°., outre la préface et la table des mots allemands, avec 34 planches très-bien exécutées.

2°. Oryctographie de Suède, première partie, publiée en 1790, *in*-4°. L'auteur ne se nomme pas; mais on présume que c'est *M. Afzelius*, professeur de chimie à Upsal. Cet ouvrage contient non-seulement une description précise des montagnes, et de la nature des terres dans chaque province, mais aussi une énumération de tous les fossiles et de leurs variétés. On attent avec empressement la continuation de cet ouvrage.

3°. *Handledning til svenska masmästeriet af Joh. C. Garney*, ou *Description des Fourneaux et de la manière de fondre les mines de fer en Suède.* L'auteur, qui est lui même directeur des fonderies, a donné une théorie et une description exacte de tout ce qui est à observer pour un fondeur. C'est peut-être le premier ouvrage de son genre qui soit aussi complet qu'on puisse le desirer. Il consiste en 504 pages *in*-4°., et un registre. Il est embelli de 16 planches.

J'ai l'honneur d'être, etc.

13. Tome XXII. p. 109—110.

M. Gadolin, professeur de chimie à Abo en Suède, écrit au C. Guyton, à la date du 19 Janvier 1797:

„Je me propose de publier bientôt une *Philosophia chemica*, d'après M.r Fourcroy, ou plutôt une traduction en suédois de son ouvrage, qui me paroît, de tous les livres élémentaires dans la chimie, être le plus applicable aux leçons chimiques. Je suis cependant dans quelques points différent de ce célèbre auteur, sur-tout en ce que je regarde l'élément de la lumière comme un principe constituant dans tous les corps combustibles, qui par conséquent ne sont que des matières composées, et ne se brûlent qu'à raison des attractions doubles.

Cette théorie qui m'a toujours paru probable, me paroît à présent être presque démontrée par les raisonnemens et les calculs du savant M. Richter" *).

„Vous savez que M. Stucke a observé que la Silice, dissoute dans la potasse et dans l'eau est précipitée par l'addition de l'eau de chaux, et qu'il conclut de cette observation, que ce n'est pas la potasse pure, mais la potasse unie avec un peu d'acide carbonique, qui peut dissoudre la silice. Cette explication me paroît moins convenante que celle que je me suis faite, en supposant que ce phénomène est le résultat de la forte attraction qui a lieu entre la silice et la chaux. C'est pourquoi j'ai entrepris de faire une suite d'expériences pour déterminer les attractions mutuelles des différentes terres simples" **).

14. Tome XXVII. p. 320—321.

Extrait d'une lettre de M. Gadolin au cit. Guyton, sur la précipitation de la Chaux par la Silice.

Åbo, 19 juillet, 1798.

„Lune des dissertations que je me propose de vous adresser cet été, contient le résultat de mes expériences sur la précipitation de la silice par la chaux, et mêritera peut-être votre attention. Je l'attribue à l'affinité des deux terres; ce qui se prouve évidemment par ce fait, que la silice, récemment précipitée, ajoutée à l'eau de chaux, enlève toute la chaux de sa solution, et que l'eau reste presque insipide, contenant seulement une petite quantité de chaux combinée avec la silice, parce que cette combinaison n'est pas tout-à-fait insoluble dans l'eau."

Note du cit Guyton sur ce sujet.

J'ai déjà fait connoître, dans le XXIIe tom. de nos Annales (pag. 109) une première lettre du savant professeur de chimie d'Abo, dans laquelle il annonçoit déjà la même opinion, que je n'hésitai pas d'adopter comme beaucoup plus probable que celle de M. Stucke qui supposoit que la silice n'étoit tenue en dissolution dans la potasse quautant qu'elle retenoit un peu d'acide carbonique. Je rapportai en même tems une expérience faite à une des séances de mon cours, à l'École Polytechnique, qui venoit fortement à l'appui de l'explication de M.

---

*) *Note des Rédacteurs.* En attendant que nous puissions faire connoître, avec quelques détails, le système de M. Richter, que quelques savans étrangers regardent comme un complément nécessaire de la théorie des Chimistes français, nous en donnerons une idée suffisante à nos lecteurs, en leur disant qu'il admet, dans le corps combustible, un principe particulier, qu'il abandonne en s'oxigénant, de sorte que ce principe, s'unissant au calorique du gaz oxigène, produit la lumière qui accompagne la combustion.

**) L'expérience de la précipitation de la silice par l'eau de chaux, annoncée par M. Stucke, a été répétée dans une des séances du cours de la troisième division de l'École polytechnique de l'année dernière. Le précipité, éprouvé sur-le-champ par l'acide nitrique, ne donna aucun signe d'effervescence; ce qui prouve que l'acide carbonique n'est pour rien dans l'opération, et donne plus de vraisemblance à l'explication proposée par M. Gadolin.

Gadolin, puisque le précipité formé par la chaux, dans la dissolution alcaline de silice, ne donna pas le moindre signe d'effervescence avec les acides.

Cette observation, jointe à quelques faits analogues que j'avois déjà recueillis sur l'action que les terres exercent les unes sur les autres par la voie sèche *), m'a engagé à reprendre ce travail pour compléter le système des attractions chimiques des terres entre elles, soit à diverses températures, soit dans leurs différens dissolvans; et je me propose d'en publier incessamment les résultats, mais c'est un motif de plus pour moi de consigner ici d'avance l'observation intéressante qui m'est communiquée par le savant chimiste suédois, en attendant la dissertation qu'il m'annonce.

---

[1] *Journal Polytechn.* 3e cahier, pag. 305.

Zeitgenossen Joh. Gadolins, die in diesem Werke erwähnt sind.

Achard, Franz Carl (1753–1821), Berlin, Mitgl. d. Acad. d. Wissenschaften, Gründer d. Rübenzuckerindustrie Deutschlands. 276.

Adet, Pierre August (1763—1832), Paris, Adjunkt des Marineministeriums. LXXXI.

Afzelius, Johan (1753–1837), Professor d. Chemie in Upsala. IV, LXXXII, LXXXIII, LXXXV. 281.

Arrhenius, Carl Axel (1757—1824), Stockholm, Artillerieofficier. 241.

Banks, Sir Joseph (1743—1820), London, Privatmann, Präsident der Royal Society. LXVI.

Baumé (Beaumé), Antoine (1728—1804), Paris, Professor am College de France. XLVII.

Bergman, Torbern Olof (1735—1784), Professor d. Chemie in Upsala. I, III, IV, VII, XIII, XVI, XL, XLIX, LIV, LXV, LXXI. 10, 63, 73, 181 ff., 192 ff., 196 ff., 271.

Berthollet, Claude Louis (1748—1822), Paris, Professor d. Chemie an d. École polytechnique. V, XXX, XXXI, XLIX, L, LXVI, LXXVII ff., LXXXVII. 62, 64, 69, 152, 178, 235, 279.

Berzelius, Jöns Jacob (1779—1848), Stockholm, Professor und best. Sekretär d. Akad. d. Wissenschaften. I, VII, XXX, XLVI, XLVIII, L, LIII.

Black, Joseph (1728—1799), Professor d. Chemie in Glasgow und Edinburgh. X. 11.

Blagden, Sir Charles (1748—1820), Arzt in der englischen Armée. 269.

Blumhof, Johan Georg Ludolph (1774—1825), Professor der Technologie in Giessen. 256.

Bonsdorff, Pehr Adolf von (1791–1839), Adjunkt der Chemie an der Universität Åbo, später Joh. Gadolins Nachfolger. LIV, LXXXIX.

Brugnatelli, Ludovigo Gasparo (1761–1818), Professor d. Chemie in Pavia. 125, 225.

Cartheuser (Carthäuser), Friedrich August (1734—1796), Professor in Giessen, dann Privatmann, Bergrath. 233.

Cavendish, Henry (1731—1810), London, Privatmann, Chemiker. XLIII, LXI.

Chaptal, Jean Antoine Claude (1756—1832), Professor d. Chemie in Montpellier, später Minister und Pair. LXXVIII, LXXIX.

Crawford, Adair (1749—1795), London, Professor an d. Militärakademie zu Woolwich. IV, XI ff., XXII, LXVI, LXXXIV, LXXXVIII. 4, 8, 12, 25, 29, 31, 50, 52, 59, 268, 280.

Crell, Lorenz Florenz Friedrich von (1744—1816), Professor d. Chemie in Helmstädt, später in Göttingen, Herausgeber der Chemischen Annalen. IV, V, XXV, XXVIII, XXIX, XXXIII ff., XLIXLV, LXVI, LXXXIII ff. 141 ff.

Dalton, John (1766—1844), Manchester, Lehrer d. Naturwissenschaften. L.

Davy, Sir Humphry (1778—1829), London, Professor an der Royal Institution. L, LIII.

Demachy, Jacques François (1728—1803), Paris, Apotheker. 239.

Ekeberg, Anders Gustaf (1767—1813), Adjunkt d. Chemie in Upsala. VI, XLVI, LXXXVII.

d-Elhyar, Don Fausto (1755—1833), Schüler von Bergman, Generalinspektor d. mexikanischen Bergwerke, später Staatsminister in Spanien. 91.

Fontana, Felice (1730—1805), Professor d. Physik in Pisa. LVII.

Fourcroy, Antoine François de (1755—1809), Paris, Professor d. Chemie am Jardin des Plantes. V, VI, XXV, XXX, LXXVIII, LXXIX. 62, 64, 281.

Fuchs, Georg Friedrich Christian (1760—1813), Professor d. Medicin im Jena. 225.

Gadd, Pehr Adrian (1727—1797), Professor der Chemie in Åbo. III, V.

Gadolin, Jacob (1719—1802), Professor d. Physik in Åbo, später Bischof daselbst, Vater Joh. Gadolins. III.

Gahn, Johan Gottlieb (1745—1818), Falun und Stockholm, Assessor im Bergkollegium. VI, XLIII, LXVI. 208.

Gay-Lussac, Louis Joseph (1778—1850), Paris, Professor d. Chemie an d. École polytechnique und d. Physik an Sorbonne. XLII.

Gedda, Peter Niklas Freiherr von (1736—1814), Stockholm, Kammerrevisionsrath. XLIV. 213.

Geijer, Bengt Reinhold (1758—1815), Stockholm, Oberdirektor des Controllamts, Besitzer d. Porzellanfabrik Rörstrand. XLV, LXVI, LXXXIII. 241.

Gellert, Christlieb Ehregott (1713—1795), Professor d. metallurgischen Chemie in Freiberg. 92.

Girtanner, Christoph (1760—1800), Göttingen, Arzt. LXXXV.

Gmelin, Johann Friedrich (1748—1804), Professor d. Medicin und Chemie in Göttingen. VII, XXXIII, XXXV ff., LXIV, LXVI, LXXXVI ff. 148 ff., 153 ff., 162 ff., 166 ff., 171 ff.

Göttling, Johann Friedrich August (1755—1809), Professor d. Chemie in Jena. LXXXIV, LXXVI. 120, 154.

Gren, Friedrich Albert Carl (1760—1798), Professor d. Medicin und Chemie in Halle. XXIV, XXV, XXXI. 33, 63.

Guyton de Morveau, Louis Bernard (1737—1816), Professor d. Chemie in Dijon und später in Paris. V, XXV, XXX, XXXI ff., LXVI, LXXXI ff. 62, 64, 69, 73, 76 ff., 280, ff.

Hahnemann, Christian Friedrich Samuel (1755—1843), prakt. Arzt an verschiedenen Orten Deutschlands. LXXXVII. 225.

Hermbstädt, Sigismund Friedrich (1760—1833), Berlin, Professor d. Chemie am Collegium med.-chirurgicum. LXXXVII. 224, 234, 236.

Herschel, Friedrich Wilhelm (1738—1822), England, Privatastronom des Königs. LXXXVII.

Heyer, Justus Christian Heinrich (1746—1821), Apotheker in Braunschweig. LXXXV.

Hjelm, Petter Jakob (1746—1813), Stockholm, Münzwardein und Vorsteher d. chem Laboratoriums d. Bergkollegiums. LXVI, LXXXV, LXXXIX. 10, 91, 220, 279.

Hällström, Gustaf Gabriel af (1775—1844), Professor d. Physik in Åbo, später Helsingfors, Schwiegersohn Joh. Gadolins. LXVI.

Ilsemann, Johann Christoph (1727—1822), Clausthal, Apotheker u. Bergkommisär. LXXXV.

Irvine, William (gest. 1787), Glasgow, Lector d. Chemie. XI ff. 30.

Kant, Immanuel (1724—1804), Professor d. Logik u. Metaphysik in Königsberg. LXIV.

Karsten, Wenceslaus Johann Gustaf (1732—1787), Professor d. Mathematik u. Physik in Halle. XXV, XXXIII, LXXXVII.

Kirwan, Richard (1735—1812), Dublin, Privatmann. Präsident d. Royal Irish Acad. V, XI, XVIII, XXII, XXV, XXIX, LIV, LXVI, LXVIII, LXXIII, LXXXIV. 60.

Klaproth, Martin Heinrich (1743—1817), Berlin, Professor d. Chemie. XLVI, LXXXVII. 91, 192, 200, 239, 241.

Krafft, Wolfgang Ludvig (1743—1814), St. Petersburg, Professor d. Astronomie an d. Akad. d. Wissenshaften. 2.
Kratzenstein, Christian Gottlieb (1723—1795), Professor d. Medicin u. Physik in Copenhagen. LXXIV.
Kreander, Salomon (1755—1792), Professor d. Oekonomie in Åbo. LVI.
La Métherie, Jean Claude de (1743—1817), Paris, Professor d. Naturgeschichte am College de France. XXXI. 268.
Landriani, Marsiglio, Graf, Hofmarschall in Wien. LVII. 170, 268.
La Place, Pierre Simon de (1749—1827), Astronom, Paris. XVIII, XXII. 29, 32, 49.
Lassone, Joseph Marie Francois de (1717—1788), Paris, königl. Leibarzt. LXIX.
Lavoisier, Antoine Laurent (1743—1794), Paris, Mitglied der Acad. d. Wissenschaften. V, XVIII, XXII, XXIV ff., XXX, XLIX, LXI, LXV, LXXIV, LXXIII, LXXXVI. 14, 29, 32, 49, 57 ff., 63, 64, 73, 113, 143, 146, 154, 164, 182, 235.
Lentin, August Gottfried Ludvig (1764—1823), Privatdocent in Göttingen, später Salzkammerinspektor. LXVI.
Lichtenstein, Georg Rudolph (1745—1807), Professor extr. ord. d. Medicin in Helmstädt. 237.
Lorgna, Antonio Maria (1730—1796), Verona, Guvernör d. Militärschule. XLIV. 268.
Lowitz, Johann Tobias (1757—1804), St. Petersburg, erst Apotheker, dann Lehrer d. Chemie u. Mitglied d. Akad. d. Wissenschaften. XLIV, LXXXVI. 125, 225, 237, 270.
Macquer, Pierre Joseph (1718—1784), Paris, Professor d. Chemie am Jardin des Plantes. XXVII, LXXX, LXXXIX. 58, 63, 112, 137, 233.
Magellan (Magelhaens), Joao Hyacinthe de (1722—1790), Augustinermönch aus Lissabon, siedelte später nach England über. XI ff., LXXII. 7, 25.
Mallet, Fredrik (1728—1797), Upsala, Professor d. Geometrie. VI.
Mitscherlich, Eilhard (1794—1863), Berlin, Prof. d. Chemie an d. Universität. LV.
Mosander, Carl Gustaf (1797—1858), Stockholm, Professor d. Chemie am Carolinschen Institut. XLVI.
Pelletier, Bertrand (1761—1797), Paris, Professor d. Chemie an d. École polytechnique. XLIV. 100.
Pfaff, Christian Heinrich (1773—1852), Professor d. Medicin, Physik u. Chemie in Kiel. 154.
Piepenbring, Georg Heinrich (1763—1806), Apotheker, Professor der Chemie u. Pharmacie in Marburg. 225.
Priestley, Joseph (1733—1804), England, Dissenterprediger und Lehrer. XXIV, LXV, LXVIII. 31, 146, 157, 269.
Proust, Joseph Louis (1755—1826), Apotheker in Paris, Professor d. Chemie in Segovia und Madrid. XLIX, L.
Richter, Jeremias Benjamin (1762—1807), Bergbeamter in Breslau und Berlin. XXIX, XLIII, LIV, LXI. 178, 282.
Rinman, Sven (1720—1792), Stockholm, Bergmann, Rath im Bergkollegium. XLV, LXVI. 241, 281.
Ritter, Johann Wilhelm (1776—1810), Pharmaceut in Gotha und Weimar, später Mitgl. d. Akad. d. Wissenschaften in München. LII.
Ruprecht, Anton von, Hofrath f. Berg- und Münzwesen in Wien. 91.
Scheele, Carl Wilhelm (1742—1786), Apotheker in Köping. I, IV, XXIV, XLIV, LXV, LXVI, LXVII ff., LXXV. 10, 31, 58, 61, 69, 137, 170, 219, 234, 280.
Seguin, Armand (1765—1835), Paris, Kaufmann, Chemiker. LXVI, LXXXIII. 280.
Smithson, James Lewis Macle († 1829), London, Mitglied d. Royal Society. XLVIII.
Steinheil, Fabian (1762—1831), Helsingfors, Generalguvernör Finnlands. XLIX.
Stucke, Kasper Heinrich (geb. 1763), Apotheker in Lennep in Westphalen. XLII, XLVII. 271, 272, 274, 276, 282.

Swartz, Olof (1760—1818), Stockholm, Arzt und Naturforscher, Professor am Bergianischen Garten, später Intendent u. best. Sekretär d. Akadem. d. Wissenschaften LXVI.
Thunberg, Carl Peter (1743—1828), Professor d. Botanik in Upsala. LXXXVII.
Trommsdorff, Johan Bartholomäus (1770—1837), Professor d. Chemie in Erfurt. XXIX.
Vauquelin, Louis Nicolas (1763—1829), Paris, Prof. d. Chemie am Jardin das Plantes. LXXXVII.
Watson, Richard (1737—1816), England, Theolog und Naturforscher, Bischof. 10.
Watt, James (1736—1819), Birmingham, Ingeniör u. Industrieller. 54.
Wedgwood, Josiah (1730—1795), Besitzer einer grossen Töpfereimanufaktur in England. 266.
Wenzel, Karl Friedrich (1740—1793), Oberhüttenamtsassessor in Freiberg u. später Chemiker d. Porzellanfabrik in Meissen. LIV.
Westrumb, Johann Friedrich (1751—1819), Apotheker in Hameln. XL, LXXXV. 192 ff., 197, 200, 204, 225, 234, 270, 271.
Whitehurst, John (1713—1788), Uhrmacher u. Mechaniker in Derby. 266.
Wiegleb, Johann Christian (1732—1800), Apotheker in Langensalza. XL, LXXVI. 145, 178, 192, 193, 197, 200, 238.
Wilcke, Johan Carl (1732—1796), Stockholm, Physiker, beständiger Sekretär d. Akad. d. Wissenschaften. VI, IX ff., XXII, XLVI, LXXI, LXXIV, XCI. 4, 7, 11, 18, 30.

5 WHSE 04182